



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102574166 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(21) 申请号 201080046328.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.08.12

B08B 3/02(2006.01)

(30) 优先权数据

61/234,181 2009.08.14 US

12/842,864 2010.07.23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012.04.13

(56) 对比文件

US 2002066473 A1, 2002.06.06,

US 2002066473 A1, 2002.06.06,

US 2007271006 A1, 2007.11.22,

US 2005076563 A1, 2005.04.14,

US 6153823, 2000.11.28,

US 4488791, 1984.12.18,

WO 2008129089 A1, 2008.10.30, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/045352 2010.08.12

审查员 王虎

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/019936 EN 2011.02.17

(73) 专利权人 纽道尔企业有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 罗纳德·M·纽道尔

阿吉尔·E·谢弗

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 周清 郑霞

权利要求书3页 说明书23页 附图38页

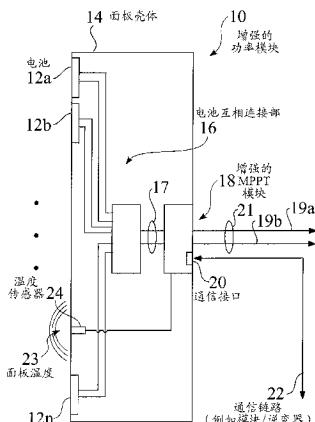
(54) 发明名称

增强的太阳能面板、流体传送系统和用于太阳能系统的相关过程

(57) 摘要

提供流体传送系统以及相关的结构和过程，例如用于与水、处理过的水和 / 或清洁溶液共同使用的、用于清洁、冷却中的任何或其的任何组合的、用于在发电环境中的一个或多个太阳能面板的。提供用于太阳能面板的入射表面的增强覆层，例如以避免污垢、水垢或其他的污染物的积聚和 / 或以改进清洁性能。回收结构、过滤结构和再使用结构优选地被向被传送的流体提供，并且密封结构可以优选地被在邻接的面板之间实施，以最小化被传送的水或清洁溶液的损失。流体传送系统可以优选地被链接于自动化控制系统，例如但不限于集成 DMPPT 模块和相关的系统。

B  
CN 102574166 B



1. 一种发电系统,包括 :

服务器;

多个光生伏打太阳能面板,其中每个所述光生伏打太阳能面板具有用于接收入射光的上入射表面,并且其中每个所述光生伏打太阳能面板包括

多个光生伏打太阳能电池,以及

控制模块,其包括连接到所述多个光生伏打太阳能电池的输入连接部、输出连接部、连接到所述输入连接部并且连接到所述输出连接部的信号处理电路,以及连接到所述信号处理电路的控制器,其中所述控制模块被配置为跟踪相应的所述光生伏打太阳能面板的一个或更多个操作参数,和向所述服务器发送数据信号,其中所述数据信号相应于被跟踪的参数;

至少一个温度传感器,其被配置成测量所述光生伏打太阳能面板的局部温度;

至少一个逆变器,其具有输入直流端、输出交流端,以及连接到所述输入直流端和所述输出交流端的逆变器电路;以及

传送机构,其用于在至少一部分所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面上分配流体;

其中所述服务器被配置为基于接收的所述数据信号和测量的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度监测一个或更多所述光生伏打太阳能面板的效率或所述局部温度中的任何一个,和当下述情况中的任何一个发生时向所述传送机构发送控制信号:

监测的所述效率小于或等于效率设定值,或

监测的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度超过温度设定值;以及

其中所述传送机构是响应于所述控制信号可控地可激活的。

2. 根据权利要求 1 所述的发电系统,其中所述传送机构被激活以进行对所述光生伏打太阳能面板的清洁或冷却中的任何一个。

3. 根据权利要求 1 所述的发电系统,其中所述流体包括水。

4. 根据权利要求 3 所述的发电系统,其中所述流体还包括清洁溶液。

5. 根据权利要求 1 所述的发电系统,其中亲水层或疏水层中的任何一个被施用于一个或更多所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面。

6. 根据权利要求 5 所述的发电系统,其中所述亲水层包括氧化钛。

7. 根据权利要求 5 所述的发电系统,其中所述疏水层包括氧化硅或含氟聚合物中的任何一个。

8. 根据权利要求 1 所述的发电系统,其中干涉层被施用于一个或更多所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面,以促进光透过所述上入射表面。

9. 根据权利要求 1 所述的发电系统,其中被跟踪的参数包括温度、电压或功率中的任何一个。

10. 根据权利要求 1 所述的发电系统,还包括:

回收系统,其用于收集和储存被分配的所述流体的至少一部分。

11. 根据权利要求 10 所述的发电系统,其中所述回收系统还包括用于过滤收集的被分配的所述流体的过滤器。

12. 根据权利要求 1 所述的发电系统,还包括:

位于所述光生伏打太阳能面板中的至少两个之间的密封器。

13. 一种用于包括多个光生伏打太阳能面板的发电系统的流体分配系统，其中每个所述光生伏打太阳能面板具有用于接收入射光的上入射表面，其中所述流体分配系统包括：

服务器；

传送机构，其用于在至少一部分所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面上分配流体；

流体传送控制器，其与所述传送机构相关联；

至少一个温度传感器，其被配置成测量所述光生伏打太阳能面板的局部温度；以及

多个面板控制器，其中所述面板控制器中的每一个与相应的光生伏打太阳能面板相关联，并且被配置为跟踪所述相应的光生伏打太阳能面板的一个或更多个操作参数，和向所述服务器发送数据信号，其中所述数据信号相应于被跟踪的参数；

其中所述服务器被配置为基于接收的所述数据信号和测量的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度监测一个或更多个所述光生伏打太阳能面板的效率或所述局部温度中的任何一个，和当下述情况中的任何一个发生时向所述流体传送控制器发送控制信号：

监测的所述效率小于或等于效率设定值，或

监测的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度超过温度设定值；以及

其中所述流体传送控制器被配置为响应于所述控制信号激活所述传送机构。

14. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，其中所述传送机构被激活以进行对所述光生伏打太阳能面板的清洁或冷却中的任何一个。

15. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，其中所述流体包括水。

16. 根据权利要求 15 所述的流体分配系统，其中所述流体还包括清洁溶液。

17. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，其中亲水层或疏水层中的任何一个被施用于一个或更多所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面。

18. 根据权利要求 17 所述的流体分配系统，其中所述亲水层包括氧化钛。

19. 根据权利要求 17 所述的流体分配系统，其中所述疏水层包括氧化硅或含氟聚合物中的任何一个。

20. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，其中一个或更多所述光生伏打太阳能面板还包括在所述上入射表面上的干涉层，以促进光穿透到所述上入射表面。

21. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，其中被跟踪的所述参数包括温度、电压或功率中的任何一个。

22. 根据权利要求 13 所述的流体分配系统，还包括：

回收系统，其用于收集和储存被分配的所述流体的至少一部分。

23. 根据权利要求 22 所述的流体分配系统，其中所述回收系统还包括用于过滤被收集的被分配的所述流体的过滤器。

24. 一种用于针对包括多个光生伏打太阳能面板的太阳能面板系统所实现的过程，其中每个所述光生伏打太阳能面板具有用于接收入射光的上入射表面，其中所述过程包括：

提供传送机构，所述传送机构用于在至少一部分的所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面上分配流体；

相应地在每一个所述光生伏打太阳能面板处跟踪一个或更多个操作参数；

从相应的所述光生伏打太阳能面板中的每一个向服务器发送数据信号，其中所述数据信号相应于被跟踪的所述参数；

测量所述光生伏打太阳能面板的局部温度；

基于接收的所述数据信号和测量的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度，在所述服务器处监测一个或更多个所述光生伏打太阳能面板的效率或所述局部温度中的任何一个；

当下述情况中的任何一个发生时从所述服务器向所述传送机构发送控制信号：

监测的所述效率小于或等于效率设定值，或

监测的所述光生伏打太阳能面板的所述局部温度超过温度设定值；以及

响应于所述控制信号可控地操作所述传送机构。

25. 根据权利要求 24 所述的过程，其中所述传送机构被激活以进行对所述光生伏打太阳能面板的清洁或冷却中的任何一个。

26. 根据权利要求 24 所述的过程，其中所述流体包括水。

27. 根据权利要求 26 所述的过程，其中所述流体还包括清洁溶液。

28. 根据权利要求 24 所述的过程，其中亲水层或疏水层中的任何一个被施用于一个或更多所述光生伏打太阳能面板的所述上入射表面。

29. 根据权利要求 24 所述的过程，其中一个或更多所述光生伏打太阳能面板还包括在所述上入射表面上的干涉层，以促进光穿透到所述上入射表面。

30. 根据权利要求 24 所述的过程，其中被跟踪的所述参数包括温度、电压或功率中的任何一个。

## 增强的太阳能面板、流体传送系统和用于太阳能系统的相关过程

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 8 月 14 日提交的名称为 Distributed Maximum Power Point Tracking System Structure, and Process with Enhanced Solar Panel Coating, Cleaning and Cooling(分布式最大功率点跟踪系统结构以及使用增强的太阳能面板覆盖层、清洁和冷却的过程)的美国临时申请第 61/234,181 号的优先权，其以其整体通过对其的本引用并入本文。

[0003] 本申请也是于 2010 年 7 月 23 日提交的名称为 Distributed Maximum Power Point Tracking System, Structure and Process(分布式最大功率点跟踪系统、结构和过程)的美国申请第 12,842,864 号的部分继续申请并且要求其普遍地公开的材料的优先权，其以其整体通过对其的本引用并入本文。

### 发明领域

[0004] 本发明大体上涉及功率逆变器系统的领域。更具体地，本发明涉及分布式功率系统结构、操作和控制，以及增强的逆变器系统、结构和过程。

[0005] 发明背景

[0006] 太阳能是清洁的可再生的能源，并且正在对于这个星球的未来越来越重要。来自太阳的能量使用光生伏打 (PV) 面板中的许多光生伏打电池通过光电效应被转化为电能。来自 PV 面板的功率是直流电 (DC)，而目前的公用电网需要交流电 (AC) 功率。来自 PV 面板的直流功率必须被转化为具有合适的品质的交流功率，并且被注入电网中。太阳能逆变器实现这种任务。

[0007] 将是有利的是，提供结构、系统和过程以改进功率逆变器的效率，例如用于太阳能面板系统的功率逆变器的效率。这样的发展将提供重要的技术进步。

[0008] 为了最大化所得到的功率的量，大多数太阳能逆变器进行最大功率点跟踪 (MPPT) 算法。这些算法将 PV 面板的整个阵列作为单一的实体处理，求所有的 PV 面板的共同的平均值，优先选择最薄弱的链接。

[0009] 因此，将也是有利的是，提供结构、系统和过程，以最大化任何太阳能 PV 系统的效率和收获能力，以为系统的所有者把握利润和最大回报。

[0010] 目前参与分布式生成和可持续能量系统的直流能源的三个具体的实例是光生伏打 (PV) 面板、燃料电池组和具有多种化学的电池。这些直流能源是基本的“电池”的所有的串联连接和并联连接。这些电池全部以低的直流电压操作，范围在小于一伏特（对于 PV 电池）至三或四伏特（对于 Li 离子电池）。这些低电压不与现有的较高功率的系统良好地接口连接，所以电池被串联，以创建具有更高的终端电压的模块。并联的模块然后向逆变器供应增加的功率级，以用于转换为交流功率。

[0011] 这些电池的长联串 (string) 具有许多复杂性。虽然目前的示例性的讨论集中于 PV 面板，但是其他的功率系统和设备经常被相似地实施以用于其他的直流功率的源。

[0012] 当甚至 PV 阵列中的单一的电池被遮挡或变阴暗时问题发生。在被遮挡的电池中产生的光电流可以下降至其他的电池的约 23.2%。被遮挡的电池被联串中的其余的电池反向偏压，同时电流继续流动经过被遮挡的电池，导致大的局部功率损耗。这种功率被转化为热，进而降低面板的输出功率容量。旁路二极管通常被在每 24 个电池（可以在制造商之间变化）周围并联地放置，将被遮挡的电池中的反向偏压以及因此功率损耗限制为被周围的半面板产生的反向偏压和功率损耗。然而，来自该子联串的所有的功率都被损失，同时电流在旁路二极管中流动。此外，旁路二极管浪费来自整个联串电流的功率，其流动经过面板。整个联串的输出电压也被消极地影响，导致系统中的甚至更大的不平衡。

[0013] 常规的模块 MPP 电流可以由于其他的原因成为不平衡的。联串中的 PV 面板永远没有相同的。因为串联联串中的每个 PV 面板被约束为传导与联串中的其他的 PV 面板相同的电流，所以最小效率的模块设置最大联串电流，由此将阵列的总体效率减少为该 PV 面板的效率。由于相似的原因，联串中的 PV 面板常规地被要求被以相同的取向安装，并且被要求具有相同的尺寸。这不总是可能的或期望的，例如由于美学的原因或其他的建筑学的原因。

[0014] 在标准的太阳能电池阵列接线中，太阳能面板的多个串联联串被彼此并联地接线以增加功率。如果在这些并联的联串之间具有不平衡，那么电流从较高电势的联串向较低电势的联串流动，代替向逆变器的流动。如同匹配面板内的电池是重要的，匹配联串中的面板也是必需的，并且然后匹配联串，以为为了从太阳能电池阵列的最大收获。如果环境条件发生小的波动，那么其可能对作为整体的系统具有大的影响。

[0015] 当太阳能逆变器执行常规的 MPPT 功能时，太阳能逆变器也“平均化”整个阵列。然而，其不是真实的平均值，因为具有倾向于系统中的最薄弱环节的偏向。这意味着，即使某些面板可以能够供应它们的额定功率的百分之百，系统将仅收获该功率的一部分，这是由于算法的平均化效应以及电流流动经过较弱的联串、面板和 / 或电池。

[0016] 因此，将是有利的是，提供用于应用最大化来自联串、面板和 / 或电池的功率的收获的算法的手段。这样的改进将对电池结构、过程和系统的效率和成本有效性提供重要的进步。

[0017] 虽然太阳能面板经常提供成本有效的和可持续的电的来源，但是太阳能面板需要经常的清洁，高至一年四次，取决于它们的地点和环境。在面板上的污垢和灰尘堆积防止日光到达硅，将电输出减少高至百分之二十五。

[0018] 对于一个以前的安装来说，在六个月的没有清洁的时期之后，与没有清洁的相似的毗邻的一组面板相比，电输出的百分之 25 的增加被在对一组太阳能面板的洗涤之后实现。

[0019] 虽然彻底的清洁可以增加许多太阳能面板安装的输出，但是许多以前的方法和系统得不到足够的结果，或需要高成本的和 / 或劳动密集的操作。高压洗涤系统经常被证明是非常没有效的并且使很多的面板仍然肮脏，并且需要许多水。低压力水系统使用软毛刷，需要彻底的手动擦洗。虽然低压力系统可以是非常有效的，但是它们典型地是劳动密集的。

[0020] 发明概述

[0021] 提供流体传送系统以及相关的结构和过程，例如用于与水、处理过的水和 / 或清

洁溶液共同使用的、用于清洁、冷却中的任何或其的任何组合的、用于在发电环境中的一个或多个太阳能面板的结构和过程。提供用于太阳能面板的入射表面的增强覆层，例如以避免污垢、水垢或其他的沾染物的积聚和 / 或以改进清洁性能。回收结构、过滤结构和再使用结构优选地被向被传送的流体提供，并且密封结构可以优选地被在邻接的面板之间实施，以最小化被传送的水或清洁溶液的损失。流体传送系统可以优选地被链接于自动化控制系统，例如但不限于集成 DMPPT 模块和相关的系统。

[0022] 附图简述

[0023] 图 1 是示例性的包括被连接于分布式最大功率点跟踪模块的多个电池的增强的功率模块的示意图；

[0024] 图 2 是示例性的包括多个太阳能电池以及分布式最大功率点跟踪模块的增强的太阳能面板的示意图；

[0025] 图 3 是示例性的具有向 DMPPT 模块的直流输出功率连接部的光生伏打太阳能电池的示意图；

[0026] 图 4 是示例性的包括多个增强的太阳能面板的太阳能电池阵列的示意图；

[0027] 图 5 是示例性的具有多个联串的增强的太阳能面板的太阳能面板系统的示意性的框图，其中多个联串的增强的太阳能面板被通过合路器箱引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器模块的模块化功率模块壳体控制；

[0028] 图 6 是可选择的示例性的具有多个联串的增强的太阳能面板的太阳能面板系统的示意性的框图，其中多个联串的增强的太阳能面板具有联串级的合路器模块并且被通过合路器箱引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器模块的模块化功率模块壳体控制；

[0029] 图 7 是示例性的分布式 MPPT 电路的框图；

[0030] 图 8 是示出了光生伏打太阳能面板的在某个温度范围内的示例性的电流 - 电压 (IV) 曲线的第一图；

[0031] 图 9 是示出了光生伏打太阳能面板的在某个温度范围内的示例性的电流 - 电压 (IV) 曲线的第二图；

[0032] 图 10 是对于具有 DMPPT 模块的增强的功率模块的电压输出的时间图；

[0033] 图 11 是具有 DMPPT 模块的增强的功率模块的示例性的操作的流程图；

[0034] 图 12 是示例性的包括多个太阳能面板的太阳能电池阵列的示意图，其中在一个或多个联串中的面板的一部分还包括 DMPPT 模块；

[0035] 图 13 示出了示例性的具有约 170W 的容量并且包括多个增强的太阳能面板的太阳能电池阵列的相对比例和尺寸，其中在一个或多个联串中的面板的一部分还包括 DMPPT 模块；

[0036] 图 14 是具有一个或多个增强的逆变器模块、中央接口并且可连接于一个或多个本地的或远程的监测设备或控制设备的模块化功率模块壳体的框图；

[0037] 图 15 是具有被安装的两个子模块的模块化功率模块壳体的框图；

[0038] 图 16 是具有被安装的三个子模块的模块化功率模块壳体的框图；

[0039] 图 17 是具有被安装的四个子模块的模块化功率模块壳体的框图；

[0040] 图 18 是示例性的用于增强的逆变器模块的功率部分的简化的示意性的电路图；

- [0041] 图 19 示出了通过使用正弦加权的脉冲由逆变器信号变形进行有效谐波消除所得到的输出功率信号的特性；
- [0042] 图 20 是 DMPPT 模块的示例性的自供能部分的示意性的电路图；
- [0043] 图 21 是用于 DMPPT 模块的示例性的升压电路的示意性的电路图；
- [0044] 图 22 是用于 DMPPT 模块的示例性的电流传感器的示意性的电路图；
- [0045] 图 23 是用于 DMPPT 模块的示例性的电压传感器的示意性的电路图；
- [0046] 图 24 是用于 DMPPT 模块的示例性的输出安全开关的示意性的电路图；
- [0047] 图 25 是用于 DMPPT 模块的示例性的消弧电路的示意性的电路图；
- [0048] 图 26 是示出了逆变器的基于微处理器的增强，例如以消除一次或更多次谐波，的示意性的框图；
- [0049] 图 27 是增强的逆变器的示例性的操作的流程图；
- [0050] 图 28 是示例性的用于包括具有 DMPPT 模块的功率模块的增强的功率收获系统的监测和 / 或控制的用户界面；
- [0051] 图 29 示出了位于地球上的增强的功率收获系统，其中在联串内的一个或多个面板具有不同的角度和 / 或取向；
- [0052] 图 30 是具有顶部包覆层的增强的太阳能面板结构的部分剖视图；
- [0053] 图 31 是有机架安装角度的增强的太阳能面板的阵列的简化的示意图；
- [0054] 图 32 是用于增强的太阳能面板的阵列的流体传送系统的第一示例性的实施方案的简化的示意图；
- [0055] 图 33 是用于增强的太阳能面板的阵列的流体传送系统的第二示例性的实施方案的详细的示意图；
- [0056] 图 34 是用于增强的太阳能面板的阵列的流体传送系统的第三示例性的实施方案的简化的示意图；
- [0057] 图 35 是示例性的与示例性的具有多个联串的增强的太阳能面板的太阳能面板系统集成的流体分配系统的示意性的框图，其中多个联串的增强的太阳能面板被通过合路器箱引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器模块的模块化功率模块壳体控制；
- [0058] 图 36 是示出了太阳能面板结构的作为污垢积聚的函数的功率减小的图；
- [0059] 图 37 是示出了太阳能面板结构的作为温度的函数的功率输出的图；
- [0060] 图 38 示出了用于太阳能系统冷却系统的基于温度监测的激活的简化的过程；
- [0061] 图 39 示出了太阳能清洁系统的基于效率监测的激活的简化的过程；
- [0062] 图 40 是在增强的太阳能面板之间的第一示例性的密封结构的部分剖视图；
- [0063] 图 41 是在增强的太阳能面板之间的第二示例性的密封结构的部分剖视图；
- [0064] 图 42 是在增强的太阳能面板之间的第三示例性的密封结构的部分剖视图；
- [0065] 图 43 是被串联地连接的示例性的常规的太阳能面板的示意图；
- [0066] 图 44 是被并联地连接的示例性的具有 DMPPT 的太阳能面板的示意图；以及
- [0067] 图 45 是被串联地连接的示例性的具有 DMPPT 的太阳能面板的示意图。
- [0068] 优选的实施方案的详细描述
- [0069] 图 1 是示例性的增强的功率模块 10 的示意图，增强的功率模块 10 包括被连接 16、17 于分布式最大功率点跟踪 (DMPPT) 模块 18 的多个电池 (power cell) 12，例如 12a-12n，

例如但不限于光生伏打太阳能电池、燃料电池和蓄电池单元。图 2 是示例性的增强的功率结构 10 例如增强的太阳能面板 10 的示意图, 增强的功率结构 10 包括多个太阳能电池 12 和分布式最大功率点跟踪模块 18。图 3 是示例性的具有向 DMPPT 模块 18 的直流输出功率连接部 17 的光生伏打太阳能电池的示意图 30。图 4 是示例性的太阳能电池阵列 34 的示意图, 太阳能电池阵列 34 包括被布置在多个联串 36 例如 36a-36n 中的多个增强的太阳能面板 10, 例如 10a-10k。

[0070] 在图 1 中看到的示例性的 DMPPT 模块 18 具有直流输入部 17 和直流输出部 21, 例如包括正极导线 19a 和负极导线 19b, 示例性的 DMPPT 模块 18 还包括通信接口 20 以及用于响应于局部面板温度 23 而连接到温度传感器 24 的装置。

[0071] DMPPT 模块 18, 例如在图 1 中看到的, 优选地被从它们被附接于的太阳能面板 10 局部地供能, 其中每个 DMPPT 模块 18 从其的其被连接到的各自的面板 10 提取其操作功率, 例如以减少接线并且以改进效率。

[0072] DMPPT 模块 18 目前被实施以用于新的面板 10, 即在制造时, 以及用于现有的系统, 其中 DMPPT 模块 18 可以被改型至现有的面板 10。也如在图 1 中看到的, 外部直流连接部 21, 包括导线 19a、19b, 相似于输入直流连接部 17, 例如由现有的常规的面板提供的。因此, 用于 DMPPT 模块的接线相似于常规的太阳能面板, 这最小化安装人员的学习曲线。

[0073] 图 1 中示出的通信链路 22 可以是有线连接或无线连接, 例如以提供设计和安装中的灵活性。例如, DMPPT 模块 18 可以通过无线网络或通过有线连接例如单绞线对标准 RS485 电缆通信。

[0074] 有线或无线形式的 DMPPT 模块的某些实施方案以自发现功能为特征, 使得当新的 DMPPT 模块 18 被加入系统 40 中时 (图 5、6、14), 系统服务器 153 (图 14) 通过通信链路 22 发现新的模块 18 并且将新的模块 18 和相关联的面板 10 加入系统 40 中。

[0075] 此外, 无线形式的 DMPPT 模块 18 的某些实施方案以自修复功能为特征, 其中具有无线通信链路 22 的 DMPPT 模块 18 也具有绕过无功能的 (non-functioning) 设备或支路的能力。

[0076] 例如, 如果 DMPPT 模块 18 被盗窃者在无线系统 40 中断开或除去, 那么一切继续起作用。系统 40 看到“被断开的”设备 18, 并且继续与其他的 DMPPT 模块 18 的正常的通信。这确保与系统 40 中的其他的有效的 DMPPT 模块 18 的连续的通信。在有线系统中, 这可以典型地导致与多个模块 18 的通信的损失, 因为通信线路 22 可以被破坏、断开或切断。除了 DMPPT 模块 18 和逆变器 54 之外, 其他的装置可以优选地被连接于无线网络 22。如果这些中的一个出现问题, 那么其将不影响作为整体的系统 40。因此, 某些系统实施方案 40 包括被内置入软件中的自发现模块, 例如被通过服务器 153 提供的。此外, 系统 40 可以被扩展以包括实体监测 (utility monitoring) 和其他的应用程序。

[0077] 在常规的太阳能面板系统中, 太阳能电池 12 被典型地匹配以制造高效率的太阳能面板, 并且太阳能面板被典型地匹配以制造高效率的太阳能电池阵列。在常规的太阳能系统中, 具有多个常规的太阳能面板, 即不具有 DMPPT 模块 18 的太阳能电池阵列的输出永远不能够匹配常规的太阳能面板的最大功率的总和, 并且常规的面板永远不能够匹配太阳能电池 12 的最大功率的总和。除了功率的这样的固有的损失之外, 环境条件, 例如但不限于一天中的时刻、季节、天气、地点、面板定位、面板老化, 和 / 或面板条件, 进一步恶化这样

的系统的短期的和 / 或长期的效率。

[0078] 图 5 是示例性的具有多个联串 36 例如 36a-36n 的增强的太阳能面板 10 例如 10a-10k 的太阳能面板系统 40 例如 40a 的示意性的框图, 增强的太阳能面板 10 被通过合路器箱 48 引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器功率模块 54 的模块化功率模块壳体 50 控制。图 6 是可选择的示例性的具有多个联串 36 例如 36a-36n 的增强的太阳能面板 10 的太阳能面板系统 40b 的示意性的框图 60, 其具有联串级合路器模块 62, 多个联串 36 的增强的太阳能面板 10 被通过合路器箱 48 引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器功率模块 54 的模块化功率模块壳体 50 控制。

[0079] 图 7 是示例性的用于分布式最大功率点跟踪器 (DMPPT) 模块 18 的分布式 MPPT 电路 70 的框图, 分布式 MPPT 电路 70 典型地包括用于每个增强的太阳能面板 18 的被集成的或被改型的模块 18。与增强的太阳能面板 10 相关联的 DMPPT 模块 18 克服了常规的太阳能面板以及功率的收获所固有的多个问题。

[0080] 输入滤波器 74 优选地被附接于 DMPPT 模块 18 的输入部 72, 以帮助减少 EMI/RFI, 以及在输入侧上提供浪涌保护, 等等。这还帮助在太阳能面板 10 和 DMPPT 模块 18 之间的阻抗匹配, 例如以改进 MPPT 跟踪。

[0081] 图 7 中示出的示例性的 DMPPT 模块 18 优选包括一个或多个升压电感器 76, 例如双重电感耦合链接的电感器 76, 以提高直流 - 直流转换级的效率。这具有拆分功率路径的另外的益处, 这提供效率的提高。目前, 小电感器单元 76 的成本和重量都小于单一电感器设计, 并且几乎没有铁芯饱和的可能性。这种设计的另一个益处是提高的补偿因数。这允许更稳定的分布式直流总线 42、52 被产生, 更少地需要直流脉动和输出滤波 86。

[0082] 某些 DMPPT 实施方案 18 使用多相位途径, 其中控制器 80 可以减少流动经过功率开关 78 的电流, 从而提高效率并且减少散热负荷。这还允许 DMPPT 18 改进太阳能面板 10 的功率收获。控制器 80 以改进的扩展频谱切换方案控制这些功率设备 78 的切换, 以最小化模块 18 的 EMI/RFI 辐射。低损耗切换设备 78 被用于改进总体效率。在某些实施方案 18 中, 这些切换设备 78 包括晶体管、FET、MOSFET、IGBT 或任何其他的满足设计准则的功率切换设备 78。

[0083] 两个二极管典型地向 DMPPT 模块 18 提供整流 84, 从而减少功率损耗并且提供用于功率流动的多个路径。在总体面板故障的情况下, 整流二极管 84 还有效地将每个 DMPPT 模块 18 和相关联的太阳能面板 18 从系统阵列 30 隔离。即使 DMPPT 模块 18 故障, 这种隔离仍然存在, 如果不是二极管 84 或输出滤波器 86 故障的话。这增加系统 40 作为整体的可靠性。

[0084] 如在图 7 中看到的, 滤波器 86 优选被附接于 DMPPT 模块 18 的输出部, 以帮助减少 EMI/RFI, 并且在输出侧 90 上提供保护, 例如抵抗浪涌。输出滤波器 86 还帮助稳定化馈给太阳能逆变器 54 的分布式直流总线 42、52。

[0085] 在 DMPPT 模块 18 的直流输出电压的受控的产生减少从阵列 36 向逆变器 54 的功率传输损失, 该直流输出电压具有比来自面板 10 的进入的电压更高的电压。例如, 对于也被稳定化的较高电压直流输出来说, 为了获得从阵列 36 向逆变器 54 的相同量的功率需要较少的电流, 因为导体中的功率损失被作为  $I^2R$  给出, 其中 I 是经过导体的电流并且 R 是电阻。因此, 较低的电流由于较高的电压而导致较少的线路电压降损失, 以及较多的向逆变器

54 的功率。

[0086] 此外,逆变器 54 在稳定的直流分布总线 42、52 下以更好的效率运行。虽然其他的常规的逆变器在较高的直流总线输入下经历较好的效率,只要其在设计规格内,但是 DMPPT 模块 18 可以优选升压来自阵列 36 的分布式直流电压,以最大化该益处。

[0087] 图 8 和图 9 示出了光生伏打太阳能面板的典型的电流 - 电压 (IV) 曲线。这些表示电压如何随温度和太阳辐射在比电流更宽的范围内变化。对于一个或多个面板的最大功率点在一天的时间内变化,并且每个面板经历不同的环境条件,即使在同一个系统内。分布式最大功率点跟踪模块 18 和相关联的逆变器系统 40 提供用于在宽范围的这样的条件下最大化功率输出的手段。

[0088] 面板温度 23(图 1) 被监测和报告回至服务器,例如与逆变器壳体 50 相关联的内置的服务器 153,或报告回至与特定的逆变器 54 相关联的服务器 55。该温度值还被用作向多级 (multi-level) MPPT 控制器 80 的输入(图 7)。运算放大器可以优选被用于缩放该值以被控制器 80 读取,以及被用作向 DMPPT 模块 18 的控制器 80 的另一个控制输入。在 DMPPT 模块 18 的某些实施方案中,导线和温度传感器 24 从 DMPPT 模块 18 离开并且附接于面板 18。在可选择的实施方案中,温度传感器 124 与 DMPPT 模块 18 搭配使用,例如在面板接线盒内部。

[0089] 内置的服务器 153 可以优选供应环境温度,例如从逆变器机箱 54 的外部或 web 服务器箱的外部取得的,例如如果另一个逆变器被在现场使用的话。

[0090] 分布式最大功率点跟踪模块的操作。图 10 是示出了 DMPPT 18 的操作状态的时间图 112,指示对于具有 DMPPT 模块 18 的增强的功率模块 10 的 DMPPT 输入电压 102i 和输出电压 102o。图 11 是示例性的用于具有 DMPPT 模块 18 的增强的功率模块的操作的过程 122 的流程图。

[0091] 当太阳能面板 10 在光正在照射在其上时开始产生电压 102 和电流 104 时,当该功率超出电压 102 以克服二极管的元件下降和正向电压降时,例如在图 21 中看到的二极管电路 D2 和 D3 中示出的,该功率被传递至分布式总线 42(图 5)。以这种方式,系统的行为相似于常规的太阳能面板阵列结构。在具有 DMPPT 18 的太阳能面板 10 的某些实施方案中,一旦太阳能面板 18 上的电压达到阈值电压 116(图 10),例如约 4.5 至 6.5 伏特直流,那么 DMPPT 模块 18 自动地唤醒 126(图 11) 并且开始进行必需的检查 128、130,然后切换至运行模式 132。

[0092] 当太阳能面板 18 的电压 102 增加时,DMPPT 18 开始升压从面板 18 到共用的分布总线 52 的电压 102,馈给到太阳能逆变器 54。这种等待是必需的,以防止在切换开始时的来自控制器电路 70 的控制功率的损失(图 7)。通过使用控制输入,系统跟踪太阳能面板 18 的最大功率点,并且将电压输出升压至分布式直流总线 52,馈给到太阳能逆变器 54。

[0093] 因为电压 102i 被升压 102o,所以该系统整体上在比常规的没有 DMPPT 模块 18 的面板 10 的阵列更短的时期内达到引弧电压,以用于太阳能逆变器 54。

[0094] 此外,系统 40 作为整体在功率产生期 118 结束时,例如在日落、黄昏或晚上 119,在停机之前对于外部安装的太阳能面板 18 操作更长时间。因为最大功率点跟踪 (MPPT) 的功能被以面板级进行,所以与太阳能面板 10 相关联的多种其他的问题也被处理。

[0095] 例如,不匹配的或不同的制造商的问题可以被 DMPPT 单元 18 消除。如在图 29 中

看到的,在不同的平面和取向上的太阳能面板 10 可以被组合入同一个系统中,而没有来自阵列 34 的收获的减弱或损失。阵列的总体效率被提高,因为 MPPT 被基于每个面板进行,并且不基于整个系统的平均。与常规的太阳能系统相反地,联串不匹配并不是问题,这是由于 DMPPT 模块 18 的活性作用 (active nature)。传导损失被减少,从而允许更多能量被收获和传输至逆变器 54 以进行电网转换。阵列 34 的总体效率被提高,因为面板输出被基于每个面板进行处理、监测和控制,并且不基于整个联串 36 或阵列 34 的平均。安全性特征被内置入设计中以用于防火安全、监测以及多种其他的未来应用。

[0096] 总体地, DMPPT 模块 18 解决了太阳能的目前的限制中的许多,例如通过使用面板级 DMPPT 模块 18 提供更长的收获时间,通过提供“早开启”和“晚关闭”以得到延长的收获时间。因为来自太阳能面板 10 的输出被升压,所以可使用的功率被逆变器 54 转换,因为引弧电压被更快地达到并且可以被更长地保持,由此导致来自太阳能面板 10 中的每个的可收获的功率的提高。

[0097] 此外, DMPPT 模块 18 的某些实施方案可以优选是可重新编程的或可更新的,例如通过通信链路 22,其中不同的算法可以被发送和存储在 DMPPT 控制器 80 内,例如用于修改启动、操作、安全性和停机操作。

[0098] DMPPT 模块 18 还帮助减少部分阴影 (partial shading) 对太阳能电池阵列 34 的影响。在常规的太阳能面板中,单一的电池 12 的部分阴影,通过降低整个太阳能电池阵列的 MPPT 点,使整个面板和其被连接于的联串减少功率输出,并且还增加由联串不匹配导致的损失。与常规的面板相反地, DMPPT 模块 18 可以可控地以面板级补偿部分阴影,以升压直流输出信号 102o。

[0099] 测试平台。测试平台被安装以测试 DMPPT 模块 18 的益处和操作。测试台利用四十八个额定 170 瓦特的太阳能面板 10,其被连接在六个每个八个 170 瓦特面板的联串中。图 12 是示例性的包括多个太阳能面板 10 的测试台太阳能电池阵列 34 的示意性的布局视图 140,其中在一个或多个联串中的面板的一部分还包括 DMPPT 模块 18。包括具有在阵列 34 中的不同的样品取向的三个联串 36a、36b 和 36c 的第一组 142a 包括 DMPPT 模块 18,而包括具有在阵列 34 中的不同的样品取向的三个联串 36d、36e 和 36f 的第二组 142b 不包括 DMPPT 模块 18。

[0100] 系统被连接于两个相同的常规太阳能逆变器 144,例如 144a、144b,以用于向公共交流电网的连接,其中第一联串组 142b 被馈给到第一常规逆变器 144a 中,并且第二联串组 142b 被馈给到第二常规逆变器 144b 中。在测试平台 140 中,常规的太阳能逆变器 144a、144b 中的每个被额定为 4,080 瓦特峰值直流。

[0101] 图 13 示出了示例性的具有约 170W 的容量并且包括多个增强的太阳能面板的太阳能电池阵列的相对比例和尺寸,其中在一个或多个联串中的面板的一部分还包括 DMPPT 模块 18。

[0102] 在测试台上的面板被布局为给出太阳照度的正确的表示。面板的一半被使用 DMPPT 模块 18 修改,而面板的另一半未被修改,即标准的太阳能面板。每个组馈给到来自同一个制造商的具有相似的尺寸的太阳能逆变器中。数据被在某个时间段内采集以评价 DMPPT 模块 18 的特定的设计参数。因为联串 36 被设置为毗邻于彼此,所以阴影可以被引入系统,例如通过使用纸板切口并且将它们在太阳能面板 10 的顶部上滑过。

[0103] 增强的逆变器系统操作和监测。图 14 是示例性的包括模块化功率变换器壳体 50 的系统 40 的框图,模块化功率变换器壳体 50 具有一个或多个增强的逆变器模块 54 例如 54a-54j、中央接口 152、数据库 154 以及连接 155,其可连接到一个或多个本地的或远程的监测设备或控制设备 156、160,例如用于与用户 USR 交互。

[0104] 在某些系统实施方案中,模块化功率变换器壳体 50 被交流总线 56 供能,例如被交流电网 58 供能,其中壳体 50 可以被公共交流电网 58 供能,即使当功率阵列 34 被关闭时。在另一个系统实施方案 40 中,模块化功率变换器壳体 50 被直流总线 42、52 供能,例如被太阳能电池阵列 34 供能,其中壳体 50 可以被脱离电网供能,即使当交流电网 58 被关闭时。在某些可选择的系统实施方案中,模块化功率变换器壳体 50 被脱离电网 42、52 或在电网 58 上供能,例如取决于可用的电力。

[0105] 如在图 14 中看到的,中央监测和控制接口 152 与逆变器 154 例如增强的逆变器 54a-54j 中的每个交互。增强的逆变器 54 中的每个优选包括专用服务器 55(图 5、图 6),例如内置的网络服务器 55,或可以与和逆变器壳体 50 相关联的系统服务器 153 通信,例如内置的系统服务器 153 进行通信。

[0106] 被从电源板 10 例如太阳能面板 10、增强的逆变器 54 例如太阳能逆变器 54 和系统 40 的其他的设备收集的数据可以被接近实时地显示,例如通过本地设备 156 或远程设备 160,例如通过网络 158,例如但不限于局域网 (LAN)、广域网 (WAN) 或国际互联网。这种被收集的数据还可以被发送,例如通过服务器 153,并且被记录入数据库 154 中。在图 14 中看到的示例性的系统 40 可以因此优选地提供对系统的寿命的详细的趋势分析和 / 或性能跟踪。系统服务器 153,例如内置的网络服务器 153,典型地采集信息并且提供对整个系统 40 的控制的预设置至分别的面板 10,通过通信链路 22 至面板 DMPPT 模块 18。

[0107] DMPPT 模块控制器 80(图 7),例如包括数字信号处理器 80,典型地以从属模式输出数据,例如通过在被请求时将数据报告回至相关联的内置的服务器 54,这通过多种手段中的一个实现,例如但不限于有线或无线传输 22。控制器 80 还典型地从内置的控制器 54 接受关于局部环境温度 25(图 1)和太阳能日照的被测量的参数,太阳能日照即入射的太阳辐射的强度,这些参数,与在面板 10 处收集的数据共同地向程序提供控制输入,该程序以分布式,即本地面板级,执行 MPPT 功能。

[0108] 在某些系统实施方案 40 中,在 DMPPT 18 和内置的服务器 153、55 之间的通信链路 22 包括多点下传单绞线对 RS-485 通信线路 22 或无线电链路 22。在某些系统实施方案中,无线电链路 22 的使用可以是优选的,例如以减少接线成本,由此减少系统 40 的总成本。

[0109] 在某些实施方案中,用于通信链路的协议是 ModBus,例如用于有线系统的 RTU RS485,或用于无线通信链路 22 的具有自修复 / 发现能力的无线树网系统。这样的 ModBus 协议优选地被为了恶劣环境设计,最小化或消除数据的丢失包。

[0110] 所有的分布式数据被采集和传递 22,例如通过 RS-485ModBus 链路 22,并且然后在逆变器机箱 50 处的内置的服务器 54 将其格式化为用户 USR 可察看的网页 157(图 14)。这种被收集的数据还可以被流出至另一个服务器,例如 156、160,以用于数据日志记录和趋势分析应用。

[0111] 心跳信号依附于通用广播地址,并且这在几微秒内将所有的面板 10 彼此同步以进行它们的操作。另一个被限定的地址从服务器 153 向 DMPPT 模块 18 中的每个广播环境

温度和太阳能日照。如果通信丢失,或如果“失火 (Fire)”信号被广播,那么 DMPPT 模块 18 自动地停机,以从它们的输入部 72 和输出部 90 除去高电压。

[0112] 太阳能逆变器单元的模块化设计。图 15 是模块化逆变器壳体 50 的框图,例如可从加利福尼亚州的门洛帕克的 Accurate Solar Systems, Inc. 获得的模型第 ASPM-2-70KW 号,其具有被安装的两个 35KW 增强的逆变器 54,例如可从加利福尼亚州的门洛帕克的 Accurate Solar Systems, Inc. 获得的模型第 ASPM-1-35KW 号,具有 70KW 的总额定功率。图 16 是具有被安装的三个 35KW 增强的逆变器 54,例如模型第 ASPM-1-35KW 号,的额定 105KW 的模块化逆变器壳体 50 的框图。图 17 是具有被安装的四个 35KW 增强的逆变器 54,例如模型第 ASPM-1-35KW 号,的额定 140KW 的模块化逆变器壳体 50 的框图。虽然上文描述的示例性的增强的逆变器 54 被额定为每个 35KW,但是增强的逆变器的某些可选择的实施方案被额定为每个 4 千瓦,其中系统 40 可以几乎全天候地操作。

[0113] 模块化逆变器壳体 50 可以优选地容纳多个逆变器 54,以降低成本,提高效率并且改进系统 40 的性能。此外,模块化增强的逆变器 54,例如但不限于 35kW 逆变器 54,的使用被容易地组合或堆叠以提供系统 40 的多种容量,例如用于 35kW 系统、70kW 系统 40、105kW 系统 40 或 140kW 系统 40,其可以被容纳在一个或多个类型的模块化逆变器壳体 50 中。

[0114] 每个机箱 50 典型地包括相关联的变压器、输出电路、输入电路以及与内置的网络服务器 153 通信的通信部 151。最小的目前的机箱 50 容纳单一的 35kW 模块 54。下一个步骤是容纳两个至四个 35kW 增强的逆变器模块的较大的机箱 50,取决于所需要的功率。

[0115] 在模块化逆变器容纳系统 50 中,例如在图 15、图 16 和图 17 中看到的,如果增强的逆变器 54 发生故障,那么其他的继续向交流总线 58 传送功率。因此,单一的故障将不使整个系统 40 发生故障。增强的逆变器单元 54 与彼此通信,例如通过内置的网络服务器 153。

[0116] 在某些系统实施方案 40 中,增强的逆变器 54 中的一个在系统 40 启动时初始地开始,例如以提高效率。当可用的功率增加时,下一个增强的逆变器单元 54 被信号指示以进行联机等等,使得系统 40 以接近峰值效率操作尽可能多的时间,由此提供在较大的系统中的较多的系统工作时间。因此,在某些系统实施方案 40 中,多个的增强的模块 54 的使用浪费较少的能量,因为系统 40 仅启动可以被阵列 34 支持的逆变器 54。

[0117] 在模块化逆变器容纳系统 50 中,例如在图 15、图 16 和图 17 中看到的,增强的逆变器模块 54 中的每个,例如但不限于每个被额定为 4kW 或 35kW,可以优选地是热可交换的。

[0118] 增强的功率系统的先进的诊断和监测。因为内置的网络服务器 153、55 与太阳能逆变器 54、太阳能面板 10 和任何其他的相关联的设备通信,所以系统 40 可以优选地提供作为整体的系统 40 的当前状态的接近实时的视图。如果问题发生,那么操作者 USR 被通过多种手段进行通知,例如通过用户界面 157。

[0119] 大多数常规的太阳能逆变器系统典型地提供在逆变器级的单一的直流输入电压和单一的电流测量,其是基于整个阵列的总和。相反地,虽然增强的功率逆变器系统 40 提供阵列 34 中的每个的电流、电压和功率,但是增强的功率逆变器系统 40 可以优选地提供每个分别的面板 10 和联串 36 的状态和性能,使得检修和维护被容易地进行。

[0120] 智能切换技术。图 18 是示例性的用于增强的逆变器模块 54 的功率部分 180 的简化的示意性的电路图,其中增强的逆变器 54 使用三相半桥 IGBT 驱动功率级,例如设置有 IGBT 192、驱动器卡 188 和光纤链路 190。

[0121] 大多数常规的逆变器系统使用标准的高频脉冲宽度调制 (PWM) 方法, 高频脉冲宽度调制 (PWM) 方法在进行基本的信号极性变换时具有许多固有的缺点。

[0122] 图 19 示出了基于增强的逆变器模块 54 进行的有效的谐波消除的所得到的输出功率信号脉冲列 200, 其中功率信号被使用正弦加权的脉冲处理。在由增强的逆变器系统 54 提供的增强的脉冲宽度调制 (PWM) 中, 一些沿, 例如 204、206, 被以启动顺序 (firing sequence) 动态地链接于其他沿。这具有以下益处, 即简化总体逆变器 54 以及有效地消除所有的三次谐波。增强的逆变器系统 54 通过控制脉冲列 200 的上升沿 204 和下降沿 206 发生的时刻来减少或消除谐波。

[0123] 组合这两个特征, 可能的是, 产生具有非常低的谐波成分、较低的载波切换速度和改进的效率的被改进的智能切换 PWM 信号 200。这种切换方案 200 允许相对简单的滤波器 356 (图 26) 被使用, 这减少重量和成本并且改进效率。滤波器 356 的截止点优选地被设计为用于第十九次谐波, 从而极大地改进常规的脉冲宽度调制方法。例如, 对于增强的 35kW 逆变器设计, 从单独的切换得到的功率节约的范围从约 650 瓦特功率至 1kW 功率。

[0124] 例如, 以下的等式提供七脉冲的改进 PWM 波形的第三次谐波, 如所示的:

$$[0125] H03 = (\cos(p1s*3*pi/180) - \cos(p1e*3*pi/180) + \cos(p2s*3*pi/180) - \cos(p2e*3*pi/180) + \cos(p3s*3*pi/180) - \cos(p3e*3*pi/180) + \cos(p4s*3*pi/180) - \cos(p4e*3*pi/180) + \cos(p5s*3*pi/180) - \cos(p5e*3*pi/180) + \cos(p6s*3*pi/180) - \cos(p6e*3*pi/180) + \cos(p7s*3*pi/180) - \cos(p7e*3*pi/180) + 0) / (a01*3);$$

[0126] 其中“a01”是基波的功率, p 象征脉冲, 紧邻 p 的数字指示脉冲的编号, s 象征脉冲的开始, 并且 e 象征脉冲的结束, 例如 p1s 指示第一个脉冲的开始, 并且 p1e 指示第一个脉冲的结束。此外, 最前三个脉冲和结尾的第五个脉冲被链接到其他的, 以消除第三次谐波。

[0127] 微处理器 352 (图 26), 例如位于被内置在逆变器壳体 50 内的服务器 153 处的, 产生计算出的智能切换脉冲序列信号 200, 例如上文示出的。计算出的智能切换脉冲列信号 200 然后被传递 366 (图 27) 至驱动器卡或板 188, 例如通过光纤链路 190 或通过铜线 190。驱动器板 188 然后将这些数字脉冲 202 (图 19), 例如 202a-202g, 转换为用于 IGBT 192 的功率驱动信号。IGBT 192 可控地依照最初的智能切换脉冲序列信号 200 的启动脉冲 204 和关闭脉冲 206, 从而切换高直流总线电压。这种切换功率然后被变压器 355 (图 26) 和相对小的滤波器 356 (图 26) 变压为交流电网电压 58。所得到的输出的正弦波失真很小。因此, 向增强的逆变器 54 的智能切换 200 输入的使用减少功率损失、减少谐波、减少滤波需要并且减少成本。

[0128] 控制器和电源。如上文描述的, DMPPT 模块 18 中的每个典型地被从它们的分别的太阳能面板 10 供能, 例如以减少接线需要并且改进系统 40 的总体效率。图 20 是 DMPPT 模块 18 的示例性的自供能部分 220 的示意性的电路图, 自供能部分 220 从太阳能面板 10 产生用于 DMPPT 模块 18 的局部控制电压。

[0129] 在某些实施方案中, 当太阳能面板 10 开始产生约 4.5 至 6.5 伏特直流时, 具有足够的功率以启动 DMPPT 模块 18。由这种配置实现的益处中的一个作为整体的系统 40 可以自动地唤醒, 而不需要外部交流电网 58。对于被配置为具有被在外部安装的太阳能面板 10 的系统 40 来说, 用户 USR 能够在太阳 S 在早上升起以及在其在晚上落下时观察到这种唤醒现象, 太阳 S 在晚上落下时 DMPPT 模块 18 停机过夜, 太阳能面板 10 在外部安装在地球的

表面 E 上,例如但不限于独立面板 10 或被安装在建筑物上的面板 10。

[0130] 用于 DMPPT 模块的升压电路。图 21 是用于 DMPPT 模块 10 的示例性的升压电路 250 的示意性的电路图。

[0131] 对于分布式多点功率点跟踪模块的电压和电流监测。图 22 是示例性的用于 DMPPT 模块 18 的电流传感器 270 的示意性的电路图,例如被 V/I 监视器 82(图 7) 和相关联的硬件例如电流环路 83(图 7) 实施的。图 23 是用于 DMPPT 模块 18 的示例性的电压传感器 290 的示意性的电路图。输出电压和电流被报告回至在逆变器机箱 50 处的内置的服务器 153,同时被 DMPPT 控制器 80(图 7) 局部地使用以提供用于直流分布总线 42、52 的稳定的调整的输出 90(图 5、图 6)。输入电压和电流被板上控制器 80 例如 DSP 使用,作为多级 MPPT 程序的一部分。

[0132] 输出电压还进入该控制环路中。霍尔效应直流 / 交流电流模块和 10M 欧姆分压电阻网络将这些信号变换至运算放大器进行缩放,并且然后被控制器 80 例如 DSP 80 处理。这形成每个面板监测系统的基础。

[0133] 系统安全性和消弧电路的使用。图 24 是用于 DMPPT 模块 18 的示例性的输出安全开关 310 的示意性的电路图。图 25 是用于 DMPPT 模块 18 的示例性的消弧电路 330 的示意性的电路图。增强的太阳能面板 10,例如在图 1 中看到的,优选地提供从输出短路的生存能力。如在图 7 中看到的,输入消弧电路 96 被微处理器 80 触发,输入消弧电路 96 被放置在来自面板 10 的进入的电源导线上。在失火的情况下,或在任何其他的需要系统不带电的维护程序的情况下,输入消弧电路 96 被触发,由此使太阳能面板 18 短路。输出消弧电路 98 也可以优选地被提供,例如以在单元被停机时放电 (charge down) 电容器。

[0134] 消弧电路 96、98 可以由于多种原因被激活,例如由于紧急事件、安装或维护。例如,在增强的面板 10 的安装期间,相关联的 DMMPT 模块 18 防止高电压被传输至输出终端 19a、19b(图 1),直到面板被完全地安装入系统 40 中。此外,如果维护功能需要被在一个或多个面板 10 附近或其上进行,那么太阳能面板 10 中的一个或多个可以被关闭,例如通过 DMPPT 控制器 80 触发消弧电路 96、98。

[0135] 消弧电路 96、98 传导并且将太阳能面板 18 保持在短路状态中,直到电压或电流降至低于设备的阀值水平。为了激活太阳能面板 10,电流典型地被要求中断。这可以典型地通过手动地断开电路或通过等待直到日光在晚上减弱被进行。这意味着系统在黑暗的时期例如晚上期间自动地重设其的 DMPPT 18。

[0136] 目前,大多数成本有效的消弧电路中的一个包括可控硅整流器 (SCR) 330。这允许消弧电路 96、98 继续起作用,即使主要的电路控制功率已经被短路。这除去人员的高电压直流功率的危险,例如在太阳能面板 10 被安装在其上的建筑物的屋顶上的。DMPPT 系统 18 在晚上期间自动地重设其自身,从而允许工作的完成。如果有必要在另一天,那么系统 40 可以以两个模式中的一个操作。在第一模式中,例如当通信部 22 与主机 50 一同出现时,主机 50 可以命令 DMPPT 设备 18 停机,从而允许另一个时期的安全生产工作,例如在屋顶上。在第二模式中,例如当主机 50 不具有通信部 22 时,DMPPT 模块 18 可以优选地使消弧设备 96、98 启动,即激活。为了防止不必要的停机,这种非通信方法可以优选地仅在状态位已经被保存,例如保存处于在模块 18 处的 EEPROM 存储器中时发生,指示启动或维护停机。

[0137] 对于 DMPPT 模块 18 实施的目前的消弧电路 330 是具有其的相关联的启动电路的

SCR。主要控制软件,例如在系统服务器 153 内的,优选地允许太阳能电池阵列系统的维护或启动停机。其基于每个面板进行操作,从而提供安全的太阳能电池阵列停机。主机系统壳体 50 可以显示目前的阵列直流电压,以指示何时进入屋顶区域是安全的。主机系统壳体 50 可以优选地被结合入建筑物的火警报警系统中,或可以被由主机系统自身定位的手动安全开关控制。因此向 DMPPT 模块 18 的这种加入增强总体系统性能并且改进人员的安全性。

[0138] 增强的逆变器功率电路操作。图 26 是示出了增强的逆变器 54 的基于微处理器的脉冲宽度调制 354 的示意性的框图 350,例如以消除一次或更多次谐波。图 27 是用于增强的逆变器 54 的示例性的 PWM 谐波减少过程 360 的流程图。如在图 26 中看到的,微处理器 352 可以优选地被用于向增强的逆变器 54 中的每个提供驱动信号 354。例如,如在图 27 中看到的,对于被在增强的逆变器 54 处接收 362 的直流信号,来自面板 10 的直流功率 42、52 或交流总线功率 58 可以被用于启动 364 向逆变器晶体管 192 的功率(图 18),逆变器晶体管 192 可以优选地包括绝缘栅双极型晶体管(IGBT)192。专用信号 354(图 26)可以优选地包括智能切换脉冲序列 200(图 19),例如但不限于以 1.68KHz 的切换,其被从在内置的服务器 153 处的微处理器 352 发送(图 14),以切换通过驱动器卡 188 的直流总线(图 18)并且提供对一次或更多次谐波的有效消除,例如以可控地减少或消除来自直流信号的谐波,例如三次谐波 3、9、15,等等。来自增强的逆变器 54 的交流信号输出 368 提供相比于常规的逆变器系统增加的功率。

[0139] 因为逆变器 50 被内置在模块 54 中,所以对于较大的系统 40 来说,每个逆变器块 54 可以优选地在被需要提高系统效率时启动。固态逆变器 54 目前在一旦它们具有大于约 45% 的负荷时运行得较好。因此,对于 140kW 系统 40 来说,当功率在一天中增加时,第一个模块 54 将启动以提供功率,直到具有对于第二个模块 54 足够的功率。第二个模块 54 将跟进,并且两个模块 54,例如 54a 和 54b,将共享负荷(并且仍然高于 45% 点),直到第三个模块 54 被需要。如此,直到所有的四个模块化逆变器 54 都被启动。在一天中的较晚的时间,当来自太阳能电池阵列 34 的功率开始下降时,每个模块化逆变器 54 将根据需要脱离,直到系统 40 停机以过夜。这使系统 40 比单一的大逆变器更长的时间保持以峰值效率运行,从而产生更高的用于交流电网 58 的功率。

[0140] 逆变器 54 的智能切换的使用,如上文描述的,向电网传送更高的功率,因为更少的太阳能被从晶体管的切换转化为热。此外,因为更少的滤波器被需要(由谐波消除导致的),所以具有更高的可用于向电网泵送的功率。

[0141] 模块化系统 40 的另一个益处是冗余性(redundancy)。例如,在具有多于一个增强的逆变器 54 的系统中,如果一个增强的逆变器 54 由于某种原因发生故障,那么整个系统 40 不发生故障。系统可以继续用留在系统 40 中的电容量向交流电网 58 泵送出功率。

[0142] 图 28 是示例性的用户界面 400,例如包括网页 157(图 14),用户界面 400 用于增强的功率收获系统 40 的监测和/或控制,增强的功率收获系统 40 包括增强的逆变器 54 和具有 DMPPT 模块 18 的功率模块 10。在图 28 中看到的示例性的用户界面 400 可以典型地包括系统、阵列和/或部件级状态 402、控制 404、用于一个或多个面板 10 的日志 406、系统报告 408 和收益跟踪 410 中的任何。例如,示例性的系统状态屏幕 412 被在图 28 中看到,例如以指示太阳能面板 10 的不同的联串 36 的当前操作状态。

[0143] 如在图 28 中看到的,第一联串 36 的面板包括六个面板 10,其中联串中的面板 1-4

和 6 被指示为 414a 在线和 OK, 而第一联串中的第五面板 10 被指示为 414a 有问题并且目前是离线的。如也在图 28 中看到的, 第二联串 36 的面板包括六个面板 10, 其中第二联串中的面板 1-6 被指示为 414b 正在被停机以用于服务, 例如通过用户界面 400 被控制 416。

[0144] 用户界面 400 可以典型地被通过多种终端访问, 例如直接地通过内置的服务器 153, 局部地通过被连接的终端 156, 或在另一个终端 160, 例如通过网络 158 可访问的。在某些实施方案中, 系统 40 可以提供其他的用于警报、状态和 / 或控制的装置, 例如但不限于到无线设备 160 的网络通信 155, 无线设备 160 例如但不限于膝上型计算机、移动电话、寻呼机和 / 或被网络使能的移动电话或 PDA。

[0145] 当面板 10 中的每个优选地包括 DMPPT 功能 18 时, 其中 DMPPT 提供面板级的监测, 系统 40 被容易地通知在任何尺寸的阵列 34 中的每个面板 10 的操作状态, 例如通过在 DMPPT 18 和逆变器 54 或壳体 50 之间的通信链路 22。

[0146] 此外, DMPPT 18 相似地提供面板级的检修和诊断。例如, 如果一个或多个面板 10 具有问题, 例如不工作、被控制器 80 局部地停机、肮脏或被遮挡, 那么系统 40 将被通过通信链路 22 通知任何和所有的面板级信息, 并且可以警告用户 USR。所有的来自面板 10 的信息被典型地记录入数据库 154 中, 在数据库 154 中性能、历史趋势以及未来的性能的预测可以被计算出。数据库 154 可以优选地是通过网络 158 可连接的, 例如国际互联网, 即万维网, 其中察看以及甚至控制和 / 或维护可以被通过在远程终端 160 的网页浏览器进行。

[0147] 当每个增强的面板 10 被连接于相关联的 DMPPT 模块 18 时, 问题可以被对于断裂的和表现不良的面板 10 识别和定位, 其中这样的面板 10 可以容易地被发现和更换, 即系统 40 识别确切的具有问题的面板, 从而显著地减少修理所需要的时间。

[0148] 图 29 示出了位于地球 E 上的增强的功率收获系统 40, 其中在联串 36 内的一个或多个面板 10 具有不同的角度 (0、45、90) 或取向 (东、西、北、南)。常规的太阳能面板系统要求太阳能面板具有不同的倾斜角以被不同的逆变器服务。然而, 因为 DMPPT 模块 18 在面板级的输出可以被调节, 所以具有不同的倾斜角 422 的增强的面板 10 可以被馈给进入同一个逆变器例如增强的逆变器 54 中。因此, 增强的系统 40 允许面板被混合, 例如通过将倾斜角 422 从平坦 (0 度) 变化经过 90 度, 和 / 或通过变化方向取向 424, 通过混合面向东、西、南和 / 或北的面板 10。

[0149] 此外, 因为 DMPPT 模块 18 面板级的输出可以被调节, 所以具有不同的长度的增强的面板 10 的联串 36 可以被馈给进入同一个逆变器例如增强的逆变器 54 或甚至常规的逆变器中。例如, 如果一个联串 36 具有一个额外的面板 10, 或缺少一个面板 10, 那么 DMPPT 模块可以调整在联串 36 中的其余的面板 10 的输出, 以允许这种“不正确的”联串尺寸在系统 40 中起作用, 而没有不利的影响。

[0150] 相似地, DMPPT 模块 40 的使用允许不同尺寸的面板或不同的制造商在同一个阵列 34 中共存。因此, 代替必须从单一的制造商购买所有的面板以减少不匹配问题, DMPPT 允许多种面板以及甚至不同的瓦特数的在同一个系统 40 内的使用。这样的通用性提供在面板放置和设计中的显著的建筑学自由度, 其中配备有相关联的 DMPPT 模块 10 的太阳能面板允许独特的布局以适应任何建筑物或设施上的不同的建筑特征。

[0151] 此外, DMPPT 模块 40 的使用解决了面板和联串不匹配损失。目前, 没有两个面板 10 是相似的, 并且通常明确说明具有正负百分之 5 的额定值。虽然常规的太阳能面板联串

36 仅和联串中的最弱的面板 10 进行操作,但是 DMPPT 模块 18 可以调整面板 10 的输出以升高它们的输出。相似地,用于联串 34 的 DMPPT 模块 18,例如被服务器通过通信链路 22 控制的,可以根据需要升高功率,以减少或甚至消除联串不匹配损失。

[0152] 操作软件的框图。用于 DMPPT 模块 18 的软件可以被分解为多个部分,其中大多数是中断驱动的 (interrupt driven)。当模块 18 在早上唤醒时,它们每个进行例行检查以确保一切都正确地起作用。模块 18 优先地检查火灾标识的地位,火灾标识被存储在在 DMPPT 模块的微处理器 / 控制器 80 内部的 EEPROM 中。目前为控制器 80 实施的微处理器包括闪存、EEPROM 和在芯片上的 SRAM 存储器。

[0153] 同时模块 18 监视通信线路 22 的活动性,例如以察看面板 18 是否需要在功率水平提升至危险的水平之前停机。如果必要的话,DMPPT 模块 18 启动消弧电路 96、98 以保持离线。否则,其将行进至等待阶段,直到足够的功率可用于其执行其功能。

[0154] 用于增强的逆变器单元的多功率输入。因为逆变器设计已经被改进使得 MPPT 已经被转换以最大化收获,所以增强的逆变器以及 DMPPT 模块可以容易地被改造以用于不同的发电手段,例如但不限于燃料电池、风力、水力、电池、生物质和太阳能。逆变器可以以 50Hz、60Hz 或 400Hz 操作以覆盖大范围的应用。系统还可以被设计为用于在电网上应用或脱离电网应用。

[0155] 虽然本文公开的结构和方法的某些实施方案被为了太阳能面板系统的制造实施,但是结构和方法可以可选择地被用于多种发电和功率收获实施方案,例如用于燃料电池或电池组,通过多种处理条件和操作条件。

[0156] 此外,虽然本文公开的结构和方法的某些实施方案被使用处于模块化逆变器壳体 50 内的服务器 153 实施,但是其他的实施方案可以包括在增强的逆变器 54 中的每个内的专用服务器 55,专用服务器 55 也可以被与壳体服务器 153 组合。

[0157] 此外,虽然本文公开的示例性的 DMPPT 模块 18 位于面板中的每个处,但是专用的 DMPPT 模块可以可选择地位于不同位置,例如在面板联串 36 附近局部地排列在一起。然而,在本发明的实施方案中,本文公开的 DMPPT 模块 18 位于面板 10 中的每个处,例如以提供增加的安全性,因为消弧电路 96、98 位于面板处,并且在激活时,没有高电压从面板延伸至输出连接部 21 上。

[0158] 增强的被包覆的电源板。当污垢和其他的杂质固定在面板的外表面例如上表面上时,太阳能面板的效率迅速地下降。在太阳能面板 10 的表面上的外玻璃基材 504(图 30)典型地含有微观空穴、裂缝和 / 或划痕 506,使它们成为粗糙的,其中灰尘、污垢、水垢、颗粒和其他的沾染物可以容易地附着于玻璃 504,太阳能面板 10 例如常规的太阳能面板 10 和 / 或具有 DMPPT 模块 18 的太阳能面板。

[0159] 图 30 是具有顶部包覆层 508 的增强的太阳能面板结构 500 的部分剖视图。对于太阳能面板 10,对外部光学结构 502、504 提供这样的改进是有利的,例如以提供增强的清洁和 / 或以提供改进的光吸收。覆层 508 可以被施用于以下中的任何 :

[0160] • 已使用的,即现有的,太阳能面板 10(例如使用预清洁的)

[0161] • 新的但是常规的太阳能面板 10,例如在现场的(例如使用预处理 / 清洁的);和 / 或

[0162] • 新的增强的太阳能面板 10,具有在生产期间(在运货之前)施用的增强的覆层

508。

[0163] 在某些实施方案中,覆层材料 508 被描述为纳米技术材料,因为它们提供增强的清洁和 / 或任何宏观或微观层面的改进的光吸附。例如,覆层 508 可以优选地填充或减少空穴裂缝和 / 或划痕 506。此外,覆层 508 可以优选地防止或减少灰尘、污垢、水垢、颗粒和 / 或其他的沾染物在太阳能面板玻璃 504 上的积累。

[0164] 在某些实施方案中,增强的覆层可以优选地包括疏水覆层 508,例如包括氧化硅的,和 / 或亲水覆层 508,例如包括氧化钛的。

[0165] 例如,疏水覆层 508 的薄层,例如但不限于约 5,000 埃厚,提供灰尘和污垢难以附着的表面。目前使用的一种这样的疏水覆层 508 包括基于聚四氟乙烯™的覆层 508,其中进入的水,例如被传送的 622、624 或通过其他的手段例如雨、冷凝或雾的,在玻璃 504 上聚集,例如通过减少在流体和玻璃 504 之间的表面接触,以及允许水滚落,由此加速清洁过程。

[0166] 亲水覆层 508 结合日光和湿气的使用,可以优选地与在玻璃 504 上的沉积物反应,例如以将有机材料分解至其在风中被吹走或被水洗刷掉的程度。

[0167] 在某些示例性的实施方案中,增强的覆层可以优选地包括疏水覆层 508,例如包括氧化硅,和 / 或亲水覆层 508,例如包括氧化钛。

[0168] 增强的覆层 508 的其他的示例性的实施方案包括亲水组分和疏水组分二者,例如以提供覆层材料,该覆层材料提供与到来的水和 / 或沾染物反应和 / 或排斥到来的水和 / 或沾染物中的任一。

[0169] 增强的覆层 508 的另外的示例性的实施方案可以优选地包括减少玻璃 504 的反射率的部件,例如干涉覆层 508,例如以允许更多的光穿透玻璃并且到达太阳能电池结构 502,以产生更多的电。

[0170] 太阳能面板 10,例如常规的太阳能面板或包括 DMPPT 模块 18 的太阳能面板,可以因此被多种覆层 508 中的任一种增强,例如以排斥水、吸收光和 / 或分解有机材料。这样的增强的覆层 508 可以优选地被用于减少在太阳能面板玻璃层 504 上的污垢积累、减少清洁时间和 / 或增加通过清洁程序可实现的清洁度的水平中的任何。

[0171] 用于具有流体传送系统的太阳能面板阵列的机架安装角度。图 31 是太阳能面板 10 的阵列 34 的简化的示意图 520,太阳能面板 10 例如增强的太阳能面板 10a-10n,例如被一个或多个框架构件 524 组装,其具有机架安装角度  $\theta$ 526。图 32 是用于太阳能面板 10 的阵列 34 的流体传送系统 600a 的第一示例性的实施方案的简化的示意图,其中阵列 34 包括太阳能面板 10 的一个或多个联串 36,例如 36a-36n。

[0172] 流体传送系统 600,例如 600a,可以优选地向一个或多个太阳能面板 10 提供清洁和 / 或冷却中的任何,例如通过在一个或多个面板 10 的阵列 34 的入射表面 504 上喷洒水 622 或以其他方式分配水 624(可以还包括清洁器)。

[0173] 如在图 31 中看到的,示例性的面板具有机架安装角度 526。常规的太阳能面板阵列已经普遍地被以大于零度的机架角度 526 安装,例如以提供功率收获的增加。例如,许多位于北半球中的太阳能面板阵列具有约 8-10 度的机架安装角度。

[0174] 被平坦地安装在平坦的屋顶上的常规的太阳能面板的阵列可以在理论上提供对屋顶的 100% 的覆盖率,而被以 8 度斜率安装在这样的屋顶上的常规的太阳能面板的阵列提供约 90% 的覆盖率,这是因为典型地要求在机架系统之间存在通道,例如以避免机架之

间的遮挡。

[0175] 具有实质上更高的机架角度例如 20 度的面板阵列具有更高的前部与背部的高度比率,这典型地要求在机架结构排之间的更大的距离,由此导致更少的用于面板的空间,例如用于水平的屋顶安装,例如对于平坦的屋顶系统的约 70% 的覆盖率。

[0176] 在包括流体传送系统 600 的增强的发电系统 40 中,例如用于清洁和 / 或冷却的,机架角度 526 可以优选地被选择为了流体运动 624,例如水流出,以及为了功率收获。

[0177] 例如,包括流体传送系统 600 的增强的发电系统 40 的一个目前的实施方案被安装在加利福尼亚州的门洛帕克,具有朝向南的约 8 度的机架安装角度 526,这起作用以增加功率收获并且还允许流体传送系统 600 的测试。

[0178] 用于太阳能面板安装的具体的机架角度 526 可以优选地被选择以帮助在降雨期间的自清洁、自动化(即机器人的)清洁 764(图 39)、和 / 或自动化冷却 744(图 38),例如以减少或避免与被平坦地安装的面板 10 相关联的维护和 / 或清洁问题。

[0179] 例如,对于用于上文提到的安装的具体的太阳能面板 10,并且如对于许多流体传送系统 600 推荐的,至少 10 度的机架角度 526(在北半球中朝向南或在南半球中朝向北)可以优选地提供更大的流体运动 624,例如水流出 624,例如以减小杂质的沿着太阳能面板 10 的表面和下边缘的残留的积聚。

[0180] 当机架安装角度 526 被增加时,例如在朝向赤道 15-20 度之间,流体流出 624 被增加,这可以促进流体回收并且避免沾染物在太阳能面板 10 的下边缘处的沉积。增加的机架角度 526 还典型地允许用于可以适应这样的配置的安装的更高的全年总的电收获,因为在冬季,太阳在地平线上较低,所以面板 10 的额外的倾斜 526 允许更多的光被收获。因为较高的坡度导致较好的清洁,所以在有效的清洁和面板在屋顶上的集中之间协调一致。

[0181] 在图 32 中看到的流体传送系统 600a 的第一示例性的实施方案包括用于传送流体 606 的机构 602a,流体 606 例如水,例如用于一个或多个太阳能面板 10 的清洁和 / 或冷却的。在图 32 中看到的储存罐 608 可以初始地被通过入口 609 填充,例如通过阀 607 的激活。流体 606 可以典型地包含水,并且还可以包含清洁剂。水可以进一步被处理以除去沾染物或硬物中的任何,并且可以进一步被化学处理,例如使用但不限于氯、溴化物、除藻剂等等。

[0182] 在图 32 中看到的示例性的传送机构 602a 包括泵 610,泵 610 是可控制的 612,例如响应于一个或多个被跟踪的参数、设置点或外部信号 614 中的任何。流体 606 被可控地泵送 610 经过供应管线 604 到供应歧管 616,供应歧管 616 然后被可控地分配到一个或多个分配头 620,例如喷嘴或喷水头 620。流体 606 被典型地作为一个或多个洗涤流或喷雾 622 施用,例如以漂洗太阳能面板 10 以进行清洁和 / 或冷却。流体 606 向下行进 624 经过太阳能面板 10,例如由机架角度 526 导致的。

[0183] 在图 32 中看到的示例性的流体传送系统 600a 还包括用于回收流体 606 的机构,例如包括被连接到 627 排液歧管 628 的槽 626,排液歧管 628 朝向储存罐 608 返回 632。返回管线 632 可以优选地还包括过滤器 630,例如树叶过滤器,例如用于但不限于树叶、灰尘和 / 或污垢的除去。

[0184] 图 33 是用于太阳能面板 10 的阵列 34 的流体传送系统 600b 的第二示例性的实施方案的详细的示意图 640。如在图 33 中看到的,水传送机构 602 可以还包括一个或多个阀 642 和次要歧管 644,例如以根据需要(例如为了清洁和 / 或冷却)可控地将流体传送至太

阳能面板 10 的一个或多个部分,和 / 或以可控地隔离太阳能面板 10 的一个或多个部分,例如为了传送系统的维护。

[0185] 收集槽 626 可以还包括保护性筛网以防止树叶或除了水流出 624 的物体进入系统 600。在图 33 中看到的用于流体传送系统 600b 的收集歧管 628 可以包括具有系列的被界定的孔 629 的 PVC 管 628,例如 4 英寸直径的,被周期性地分隔的排液管 627 延伸入被界定的孔 629 中。示例性的排液管 627 被使用舱壁连接安装于被沿着一系列的太阳能面板 10 的下边缘附接的雨水沟 626 的外下边缘。

[0186] 虽然流体传送系统 600b 在本文中被描述为使用喷嘴 620 作为清洁和 / 或冷却的一个实例,但是多种静态的或可移动的系统可以被使用,例如静态的喷雾器、旋转的静态头部,或甚至沿着长度例如从顶部至底部侧向地运动的对喷雾的可运动的跟踪。

[0187] 如也在图 33 中看到的,返回管线 632 还可以优选地包括重复循环泵 646、直列式关闭器 (inline shutoff) 648、过滤器 648 和 / 或水量计 652 中的任何。

[0188] 在某些实施方案 600 中,过滤器 650 优选地从流体 606 例如水 606 除去或减少矿物质、盐和 / 或其他的沾染物的数量,这例如取决于可用的水供应。在流体传送系统 600 的一个目前的实施方案中,过滤器 650 包括可从 International Water Treatment of North America 获得的 ELYSATOR 15<sup>TM</sup>净水器,例如以在水 606 被返回至储存罐 608 之前从水 606 除去钙和其他的矿物质。

[0189] 储存罐 608 的一个目前的实施方案包括被自来水 606 填充的 300 加仑储液器,自来水 606 被从蓄水池 608 泵送至一个四英寸 PVC 水管 616,该四英寸 PVC 水管 616 沿着机架阵列 34 的长度,例如 90 英尺延伸。每三十英尺,一个一英寸管 644 被经过电磁阀 642 从四英寸管 616 引出。次要歧管 644 中的每个馈给到洗涤面板 10 的三个喷水头 620。

[0190] 来自喷嘴 620 的水喷雾 622 瀑布状流下 624 面板 10 并且进入雨水沟 626,其注入收集歧管 628,例如 4-10 英寸灌溉管。被收集的水 624 流动经过收集歧管 628 并且经过初级过滤器,例如叶片式过滤器 630,叶片式过滤器 630 过滤出大颗粒。水被向下运输 632 进入储存罐 608 中,并且还被供入重复循环泵 646,例如 30 瓦特泵 646,重复循环泵 646 馈给到二次过滤器 650。重复循环泵 646 可以优选地连续地将水 606 循环出入储存罐 608,例如经过重复循环管线 656,例如以由二次过滤器 650 进行连续的水过滤,即研磨 (polishing)。

[0191] 在具有如在图 33 中看到的流体传送系统 600b 的太阳能发电系统的一个目前的实施方案中,分配歧管 644 被分段为三个 30 英尺长度,以适应面板 10 的三个列,使得对于 33 个面板的测试组,在每个列中具有 11 个面板的联串。面板 10 中的每个具有被附接的监测箱 18,监测箱 18 监测面板的电压、电流和温度并且还允许面板在紧急状况下或需要维护时被停机。这种信息被通过无线传输系统从面板获取并且被直接地传输至显示每个面板的所有的重要信息的计算机。

[0192] 这种 99 个面板的测试系统被分割为三个 33 个面板部分,其中面板中的每个已经被纳米技术材料 508 包覆,但是不被初始地洗涤,以开始收集在白天和晚上落在这些面板上的污垢。当露水聚集时,露水润湿污垢,使污垢流下面板 10 并且附着于面板的底部,紧贴其附着的铝边缘,因为在露水中没有足以将污垢洗刷下面板的水量。

[0193] 被安装的系统因此独立地提供露水自身的某些极小的洗涤,但是污垢在底部处聚集,因为没有足以完全地冲刷其的水。

[0194] 当这样的污垢沉降经过面板的底部时,这样的污垢可以达到厚至足以蔽光面板的至多 5%,这导致来自整个联串的发电的多至或大于百分之五的减小,因为基于每个面板,这样的被影响的面板成为薄弱环节。

[0195] 对于被基于每个面板,即不基于每个电池,监测的太阳能面板系统来说,如果面板 10 的一个部分(例如下边缘)的性能损失效率,例如损失百分之五,那么整个面板 10 的效率被减少百分之五。

[0196] 在上文提到的系统中,所有的 99 个面板都被监测,例如用于性能测试。在第一组 33 个面板测试部分,我们将要评价冷却面板以产生另外的电输出的效果。冷却从早晨直到下午通过递增地使水移动经过面板被提供。

[0197] 在流体传送系统 600 的某些实施方案中,例如用于具有被保护性覆层 508 增强的太阳能面板的安装,压缩的空气可以被用于从面板 10 吹动松散的污垢和灰尘,例如以最小化水 606 的使用。此外,水可以被在晚上期间或在午夜使用,例如用于周期性的额外的清洁,例如以最小化在白昼时间期间的蒸发。

[0198] 图 34 是用于太阳能面板 10 的阵列 34 的流体传送系统 600c 的第三示例性的实施方案的简化的示意图 660。在某些系统环境中,例如其中清水是充足的和成本有效的,没有对回收的需要或期望,简化的流体传送系统 600,例如 600c,可以提供对于清洁和 / 或冷却目的来说足够的水。在图 34 中看到的流体传送系统 600c 包括流体传送机构 602,例如包括对控制 612 响应的阀 642,阀 642 典型地响应于一个或多个被跟踪的参数、设置点或外部信号 614 中的任何。流体 606,例如水,被经过喷嘴 620 喷洒 622,并且在下端流出 624 倾斜的太阳能面板 10,例如经过槽 626 和排液歧管 628。

[0199] 流体传送系统 600,例如包括机器人供水系统 600,因此被典型地沿着机架系统 34 的顶部即上端 530a(图 31)安装,并且提供流下面板 10 的表面的瀑布状缓慢落下的水 606,其例如以被优化的间隔,或基于被跟踪的参数 614 落下,以保持发电系统 34 以最大效率工作。被捕获在机架 34 的基部处的水 606 可以优选地被回收,例如经过歧管 628、过滤器 650,并且被泵送回入储存罐 608 中以用于下一个清洁和 / 或冷却循环。

[0200] 在其中水含有钙和其他的强烈的可以对面板有害的化学物的领域中,水处理 650 还可以优选地包括去离子化。此外,电输出的另外的升高可以经常通过在白天的加热期间冷却面板 10 被获得,因为面板在被暴露于较高的温度时减小输出。

[0201] 图 35 是示例性的被与示例性的具有多个联串 36 例如 36a-36n 的增强的太阳能面板 10 的太阳能面板系统集成的流体分布系统 600 的示意性的框图,增强的太阳能面板 10 例如具有专用的 DMPPT 模块 18,多个联串 36 的增强的太阳能面板 10 被通过合路器箱 48 引导并且被通过具有一个或多个增强的逆变器模块 54 的模块化功率模块壳体 50 控制。因为分布式最大功率点跟踪系统、结构和过程提供太阳能系统内的分别的面板的监测、控制和隔离,所以另外的增强可以被进行以提供增强的系统效率。

[0202] 例如,对于图 35 中示出的增强的发电系统来说,每个面板 10 优选地包括可以监测电压、电流和 / 或温度中的任何的模块 18,并且还优选地包括可以用于将面板 10 分别地停机的机构,例如为了紧急事件。被分别地监测的面板 10 优选地允许每个面板的输出被跟踪。在某些实施方案中,当效率下降多至 5% 时,流体传送系统可以可控地被激活 764(图 39)以清洁面板 10。图 35 中示出的增强的发电系统是完全地自动化的,使得工人不被需要

到达屋顶进行清洁,由此节约劳动力、水和保险成本,同时确保全年的来自每个太阳能面板 10 的满负荷生产。

[0203] 环境对太阳能系统性能的影响。图 36 是示出了太阳能面板结构的作为污垢积聚 704 的函数的功率减小的图 700。太阳能面板作为污垢积聚的函数损失功率以及因此损失电输出。太阳能面板的标准的瓦特数输出被在工厂使用清洁的面板测试,例如以定义额定功率 706,如在受控的温度例如 25 摄氏度测试的。然而,在现场,因为污垢在面板 10 的表面的某些或全部上积聚,所以实际功率 708 从其的额定值降低,即被减少 710,例如减少多至或大于其的额定值的 5-6%。

[0204] 例如,尤其是对于不被覆层 508 增强的面板来说(图 30),污垢和 / 或水垢可以沿着太阳能面板 10 的底端 530b 积聚(图 31),至日光从到达面板 10 和被面板 10 完全地吸收而减少的程度。这使整个面板在电压输出上下降多至百分之五至百分之二十五,取决于堆积的严重程度。

[0205] 保护性覆层 508 的在太阳能面板 10 的入射表面 532a 上的使用允许面板 10 保持更清洁更长的时间段,因为增强的面板抵抗污垢和 / 或水垢的积聚,使得甚至在清洁之前,被处理的面板 10 具有比未被处理的面板高的电输出。此外,增强的面板被流体传送系统更迅速地和更彻底地清洁,使得太阳能面板 10 中的一个或多个给出更高电力生产。

[0206] 图 37 是示出了太阳能面板结构 10 的作为温度 722 的函数的功率输出的图 720。太阳能面板损失作为温度的函数的效率以及因此电输出。太阳能面板的标准的瓦特数输出被在工厂在 25 摄氏度测试。对于超过额定温度的在温度上的每一摄氏度升高,面板的电输出可以典型地减小额定输出的约 0.5%。

[0207] 在温暖的天气中,面板温度从约 25 摄氏度升高至约 83 摄氏度不是罕见的,如被在太阳能面板 10 的入射表面 532a 上测量的。温度的这种 58 度升高,基于额定输出功率的约 5%,导致在 200 瓦特面板上的约 58 瓦特的总损失,例如接近 30% 的损失。这种被估计的损失是基于完全清洁的面板 10。然而,对于在面板上具有相似的 83 摄氏度的热量的通常情况来说,除了积聚的污垢外,这样的示例性的太阳能面板可以损失另外的 25-30 瓦特,导致被标称地额定为 200 瓦特的太阳能面板 10 的 110 瓦特的输出功率,这是因为热和污垢的组合的影响。因此,取决于环境,流体传送系统 600 可以被用于面板 10 的清洁和 / 或冷却中的任何。

[0208] 用于与太阳能面板系统集成的流体传送系统的增强的操作过程。图 38 示出了用于太阳能系统冷却系统的基于温度监测的激活的简化的过程 740。例如,当太阳能面板系统正在操作时,一个或多个面板 10 的温度可以优选地被监测 742。当被跟踪的温度中的一个或多个超出设置点例如 120 华氏度时,流体传送系统 600 可以被可控地激活 744。流体传送系统 600 可以在激活 744 后操作被设置的时间段,或如果并且当较低的设置点(例如 70 华氏度)被达到时,或在与环境温度相比的某个阈值内,则可以停机 746。

[0209] 在其中一个或多个面板 10 被监测的系统实施方案中,例如对于包括 DMPPT 模块 18 的系统来说,温度可以优选地被通过每个面板 10 上的温度传感器(例如温度计、热电偶、RTD 等等)监测,并且在合适的时间和温度,系统可以可控地启动水以进行冷却。作为实施例,在高设置点,例如 90 华氏度,控制可以触发系统以启动,并且当温度下降至低设置点,例如 65 华氏度,清洁系统 600 可以优选地关闭。

[0210] 图 39 示出了太阳能清洁系统的基于效率监测的激活的简化的过程 760。例如,当太阳能面板系统正在操作时,一个或多个面板 10 的效率可以优选地被监测 762。当被跟踪的效率中的一个或多个减小至低于设置点,例如低于对于给定温度下的额定功率的 90 时,流体传送系统 600 可以被可控地激活 764。流体传送系统 600 可以在激活 764 后操作被设置的时间段,或如果并且当效率超出可允许的效率设置点时停机 766。

[0211] 太阳能电池阵列密封结构。图 40 是在增强的太阳能面板 10 之间的第一示例性的密封结构 806 例如 806a 的部分剖视图 800。图 41 是在增强的太阳能面板 10 之间的第二示例性的密封结构 806b 的部分剖视图。图 42 是在增强的太阳能面板 10 之间的第三示例性的密封结构 806c 的部分剖视图。

[0212] 因为流体传送系统 600 被典型地安装以提供用于清洁和 / 或冷却的水,以及因为水可以优选地被回收、储存和再使用,所以太阳能面板 10 的阵列可以优选地还包括在太阳能面板之间的在边界 804 处的密封物 806 的密封器结构,例如在一个面板的底部边缘和邻接的面板的上边缘之间,和 / 或在邻接的面板 10 的侧面之间。

[0213] 在图 40 中看到的示例性的密封部 806a 可以优选地包括被施用的基于硅树脂的密封物,使得水不经过边界 804 漏下来和泄露。

[0214] 相似地,在图 41 中看到的示例性的密封部 806b 可以优选地包括一个或多个结构,例如被施用的基于硅树脂的密封物,和 / 或合适的密封带材料,例如具有厚度 822 的,以提供顶部密封部 826 和 / 或侧部密封部 828 中的任何。

[0215] 在图 42 中看到的示例性的密封部 806c 可以优选地相似地包括被施用的基于硅树脂的密封物,使得水不经过边界 804 漏下来和泄漏。如在图 41 中看到的,增强的太阳能面板 10 提供实质上平齐于太阳能面板玻璃 504 的组合的高度的框架 802,太阳能面板玻璃 504 还可以优选地具有包覆层 508,其中实质上平齐的界面可以促进水流出 624 并且防止任何沿着太阳能面板 10 的底部边缘的积水,例如以减少污垢和 / 或水垢的积聚。增强的太阳能面板可以因此优选地包括平齐于玻璃基材的框架 802,至少对于框架 802 的上侧和下侧来说,使得露水、雨水和冷却和 / 或清洁水可以容易地朝向下边缘排出,其中水不被积聚在每个太阳能面板的下边缘上。在某些实施方案中,这样的框架围绕太阳能面板的整个周长是平齐的。平齐的框架的使用防止任何残留的污垢和杂质沿着面板的下边缘沉淀和变干,否则其可以减小下部电池的功率输出并且因而降低面板的整个输出。如也在图 41 中看到的,框架 802 还可以包括凹陷部,例如斜角或半径范围 (radius) 842,其中密封部 806 例如 806c 可以被施用并且仍然保留实质上平齐的界面。

[0216] 用于密封部 806 的材料可以优选地被为了预期的温度范围以及为了其他的环境条件(例如暴露于日光)而被选择。硅树脂密封物 608 经常被额定为用于高至 300 华氏度。

[0217] 与以前的清洁过程相反地,如被应用于现场的常规的太阳能面板,增强的清洁系统 600 提供在硬件配置中和 / 或在系统操作参数中的多种改进,例如对于一个或多个太阳能面板 10。例如,这样的分别的面板监测系统可以立即地识别问题区域,例如与污垢积聚和 / 或升高的面板温度相关的。

[0218] 流体传送系统 600 和相关的结构和过程优选地提供对于不同的环境的多种优点,例如但不限于:

[0219] • 用于太阳能面板阵列的清洁溶液和 / 或保护性层;

[0220] • 清洁溶液和 / 或保护性层的施用,例如用于在现场改型常规的面板、在现场改型新的面板和 / 或用于设置有增强的层的新的太阳能面板中的任何;

[0221] • 用于太阳能电池阵列的传送系统;例如使用水、处理过的水和 / 或清洁溶液进行清洁、冷却中的任何或其的任何组合;

[0222] • 传送 / 清洁系统喷雾分配、回收和 / 或过滤系统;

[0223] • 用于传送系统的增强,例如改进的清洁、冲刷、冷却和 / 或回收的太阳能面板系统的布局或倾斜;

[0224] • 用于传送系统,例如被链接于 DMPPT 系统的,具有时间、功率输出和 / 或温度考虑的控制参数;和 / 或

[0225] • 改进的太阳能面板框架和 / 或密封部,例如以增强传送系统中的任何的清洁、冲刷、排水,或用于任何驻留的湿气(露水、雨水等等),例如以避免污垢或水垢的积累等等。

[0226] DMPPT 结构细节。图 43 是具有多个常规的太阳能面板的太阳能面板系统的示意性的框图 900,多个常规的太阳能面板被以串联的形式连接,被连接于简单的(未改进的)逆变器,以将来自联串的直流电压转换为交流波形。

[0227] 图 44 是可选择的示例性的具有被以并联的方式连接的增强的太阳能面板的排列的太阳能面板系统 40 的示意性的框图 920。面板所连接于的公共总线可以是被选择的电压电平的被稳定化的直流总线或被稳定化的单相变化或三相变化的交流总线的形式。公共总线可以在电网互相连接部、变压器、具有增强的或未改进的形式的逆变器、或电池充电器或其他的直流功率电网处终结。面板的增强执行优化太阳能面板的输出和增加到公共总线的功率的任务。

[0228] 图 45 是示例性的太阳能面板系统 40 例如 40a(图 5)或 40b(图 6)的示意性的框图 940,其具有被串联地连接的具有 DMPPT 的增强的太阳能面板的联串并且被通过具有一个或多个增强的逆变器模块的模块化功率模块壳体控制。被 DMPPT 增强的面板根据其操作以进行优化的控制环路算法可以采取多种形式,例如包括但不限于以下中的任何:

[0229] • 独立操作;

[0230] • 联串级环路闭合;

[0231] • 合路器箱级环路闭合;和 / 或

[0232] • 增强的逆变器模块级环路闭合。

[0233] 此外,算法可以优选地起作用以进行优化以提供以下中的任何:

[0234] • 直流总线联串电压稳定化作为常数;或

[0235] • 电流稳定化作为常数,

[0236] 如可以适合最好的总功率输出所需要的条件。

[0237] 在具有 400KW 的额定容量的常规的太阳能面板的较早的安装中,没有分布式最大功率点跟踪系统提供的分别的监测,几次停机导致在延长的时间段内的功率输出的显著的损失。对这样的 400KW 系统的监测可以在面板故障发生时节省几千美元的电费,面板故障常规地仅通过手动检查面板被发现。

[0238] 在上文提到的系统中,这些停机在一种情况下被面板被石块撞击导致,在第二种情况下被子弹导致,并且在两种情况下被由发生故障的面板导致,这是由于热点烧穿铜迹线。当系统被初始地安装而没有用于监测的手段时,没有办法知道这些面板已经不能使用

的时间长度,但是它们可能在检测之前已经停止六至八个月。不但系统损失有问题的面板的性能,而且薄弱环节效应劣化数个被连接的联串的性能,扩大问题以及电的损失。

[0239] 分布式最大功率点跟踪系统测量面板的电压、电流和温度并且将其无线地传输至基于网络的监测系统。如果任何面板下降低于某个性能水平,那么软件发送指示问题的警报。

[0240] 此外,分布式DMPPT 模块 18 通过使用具有自动防故障装置的远程系统允许面板 10 被隔离,来确保消防人员和维护人员当在太阳能系统周围操作时保持安全。

[0241] 因此,虽然已经参照具体的优选的实施方案详细地描述了本发明,但是本发明所涉及的领域技术人员将意识到,多种修改和增强可以被进行而不偏离所公开的示例性的实施方案的精神和范围。

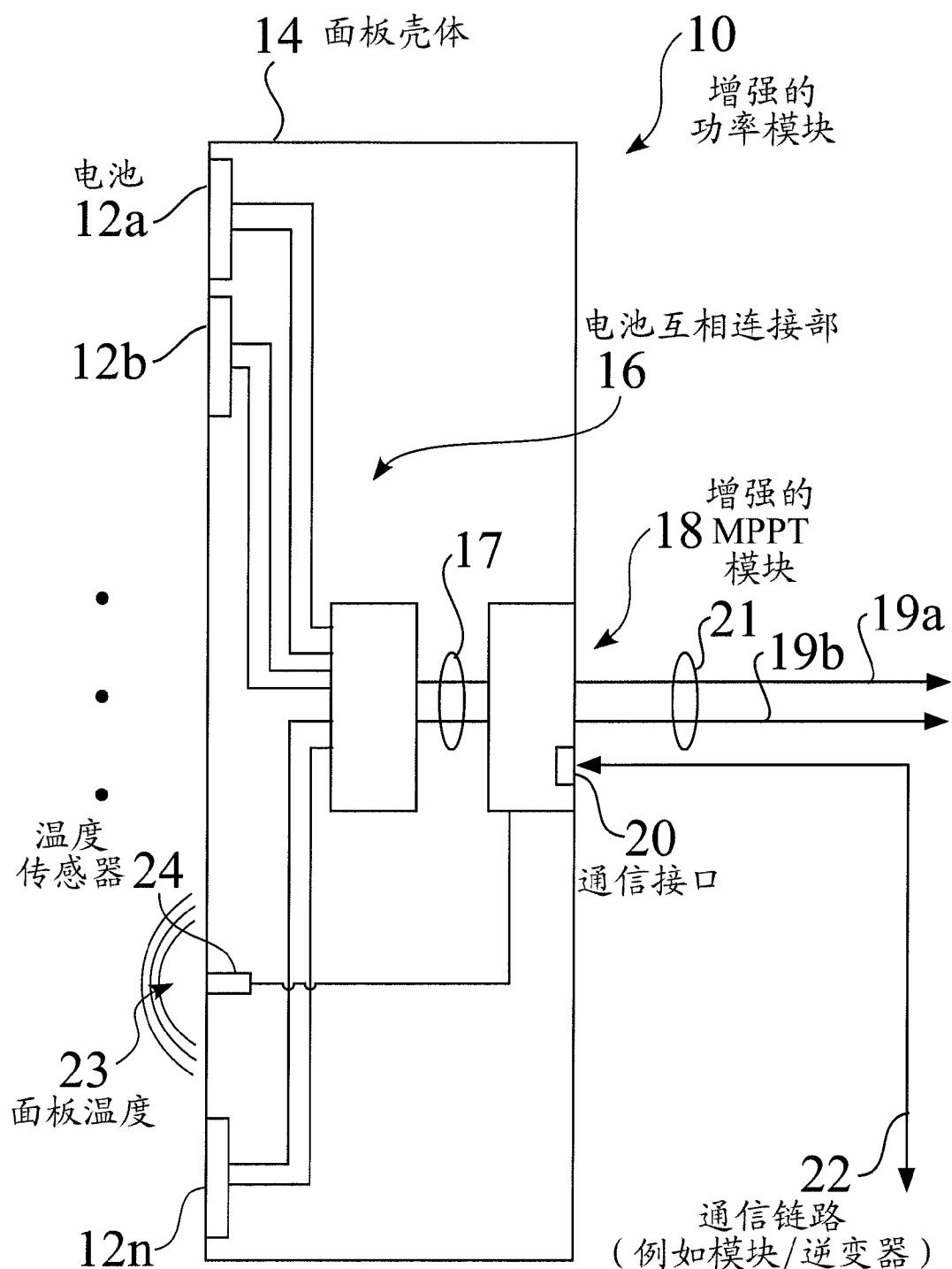


图 1

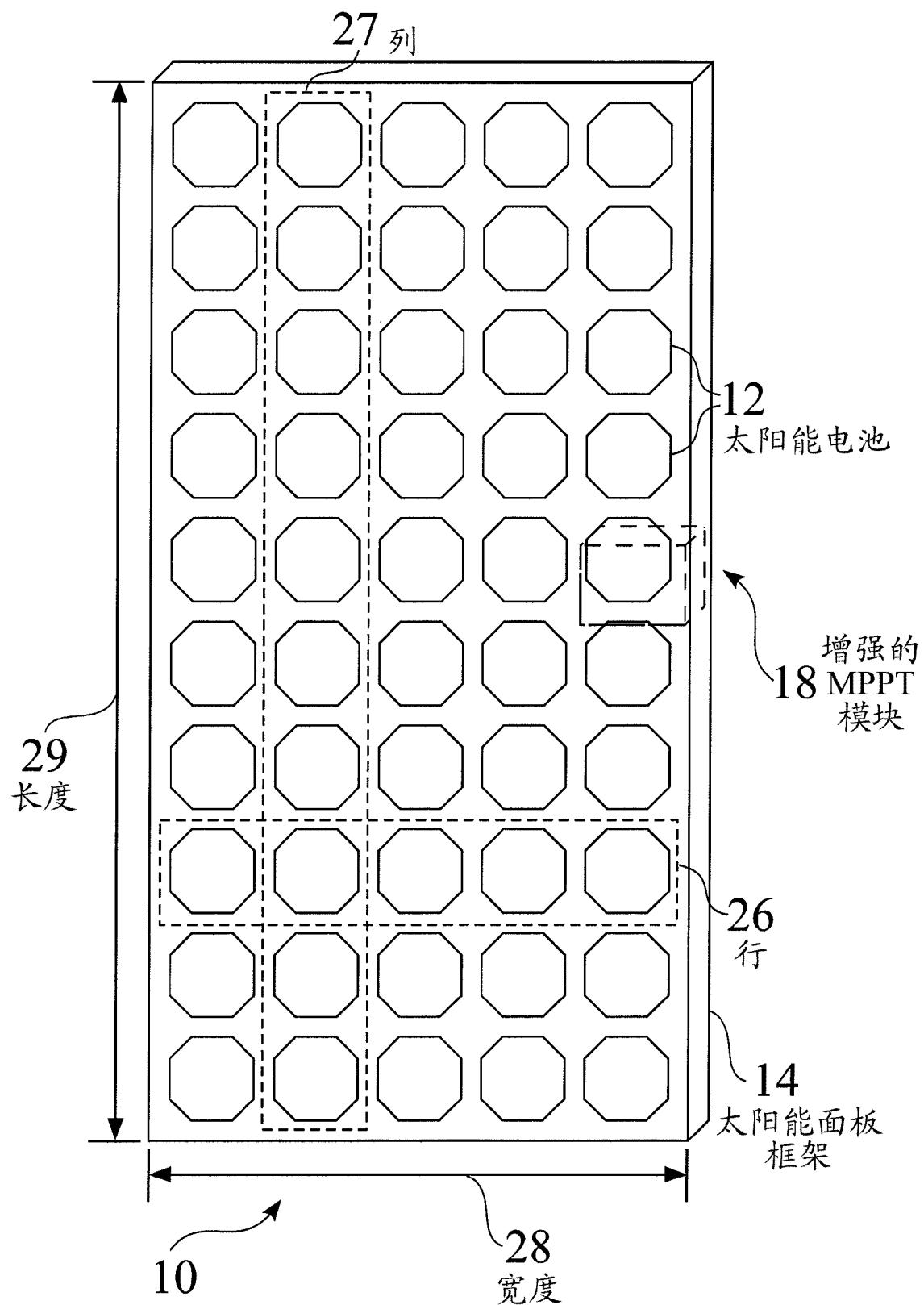


图 2

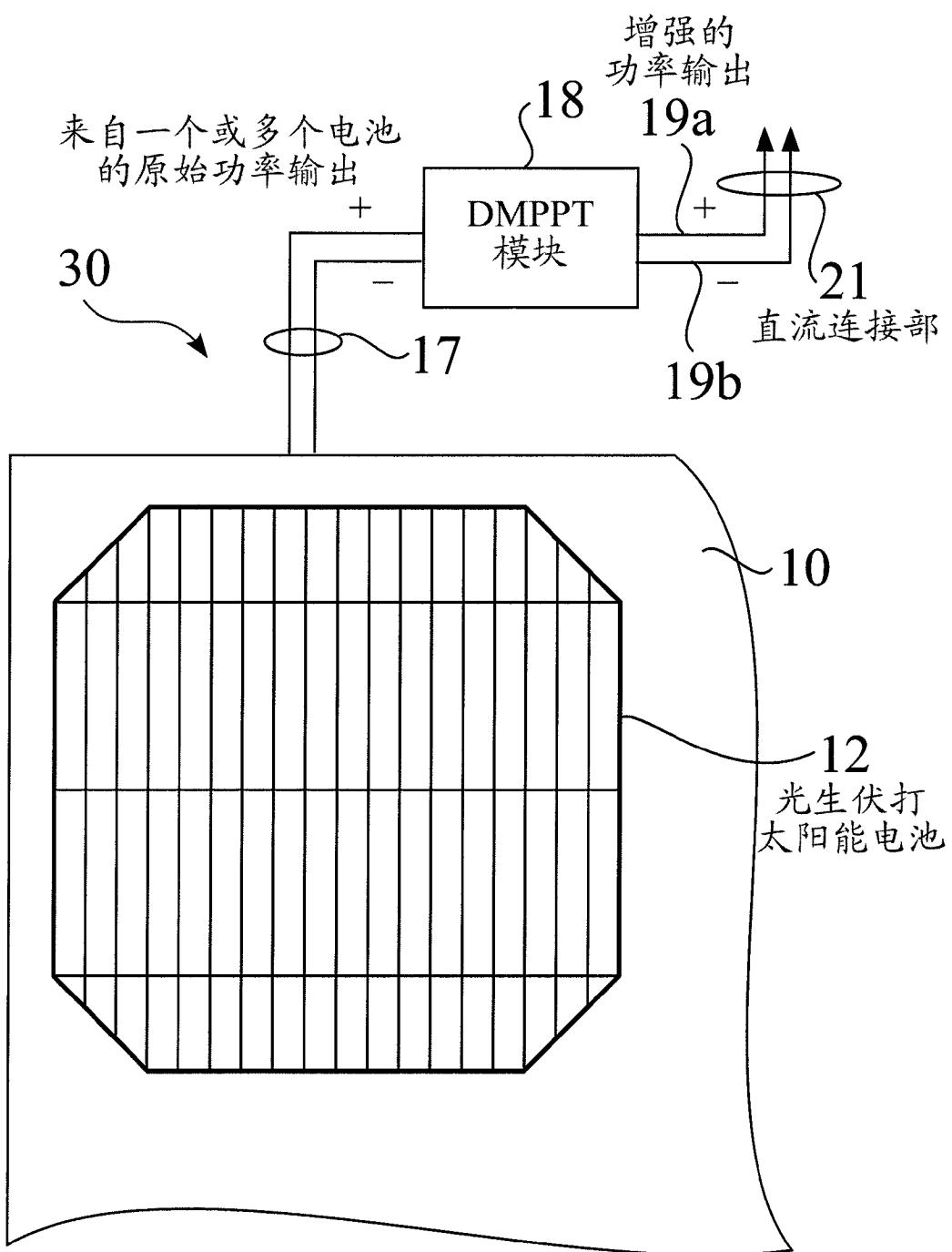


图 3

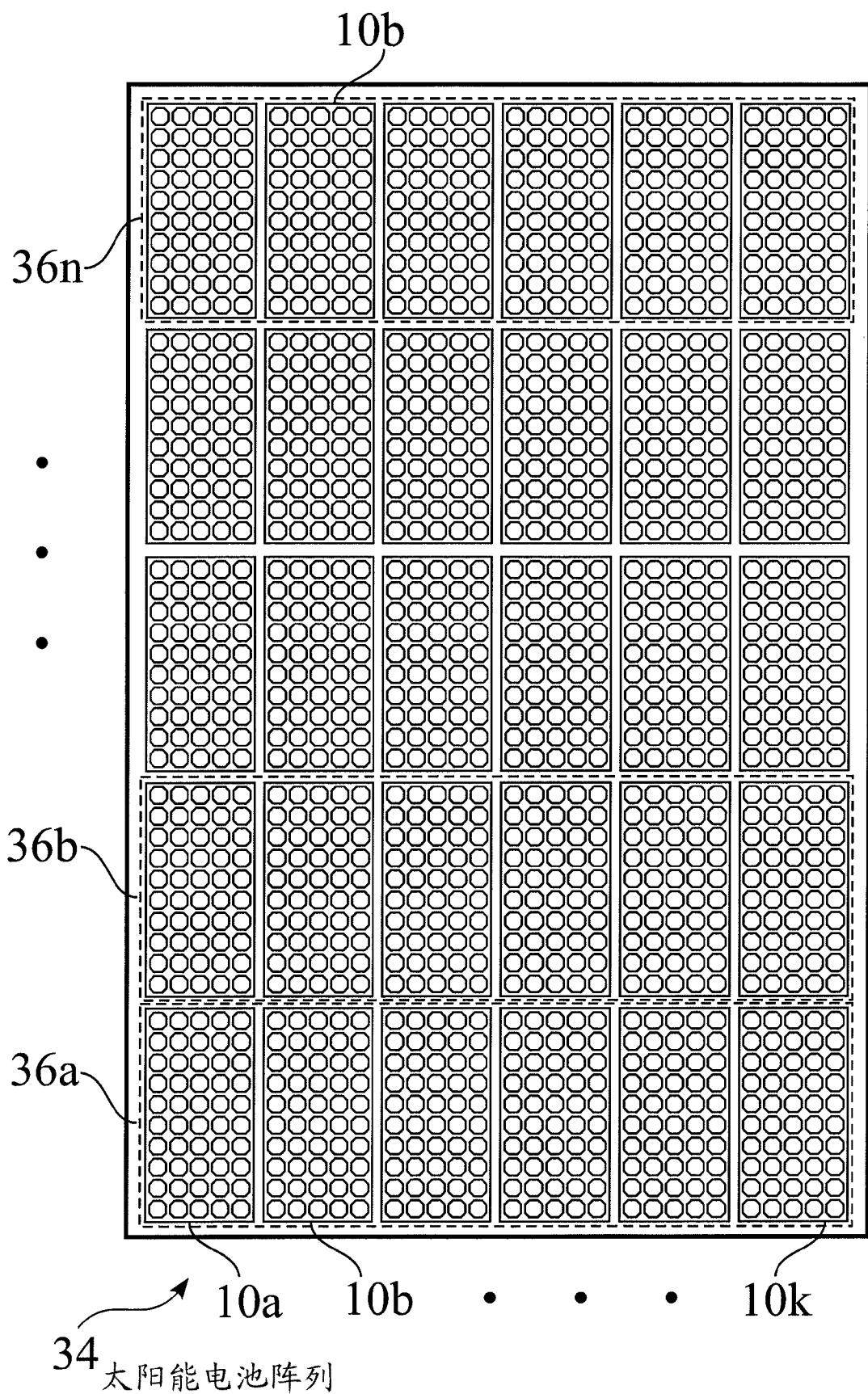


图 4

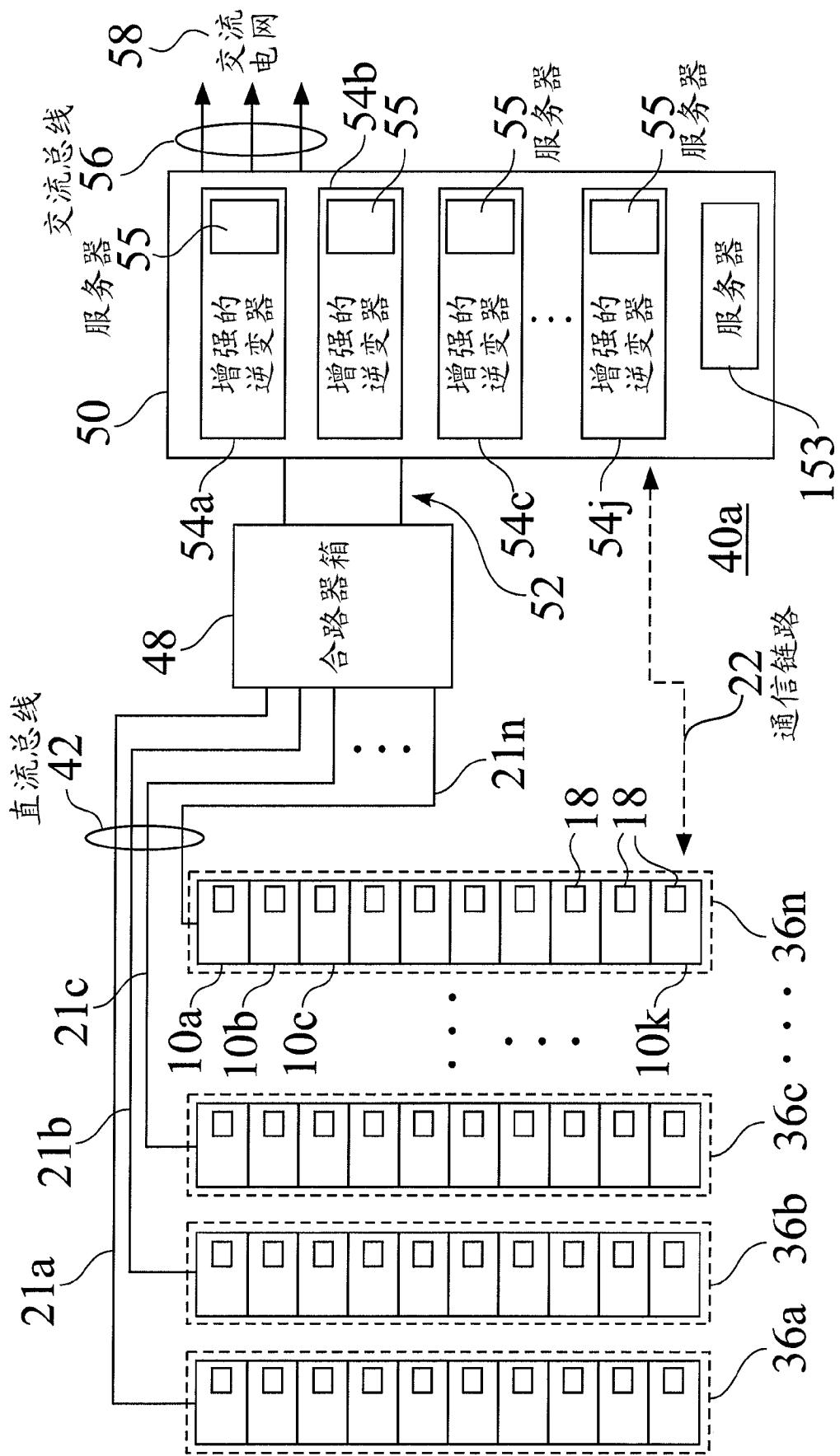


图 5

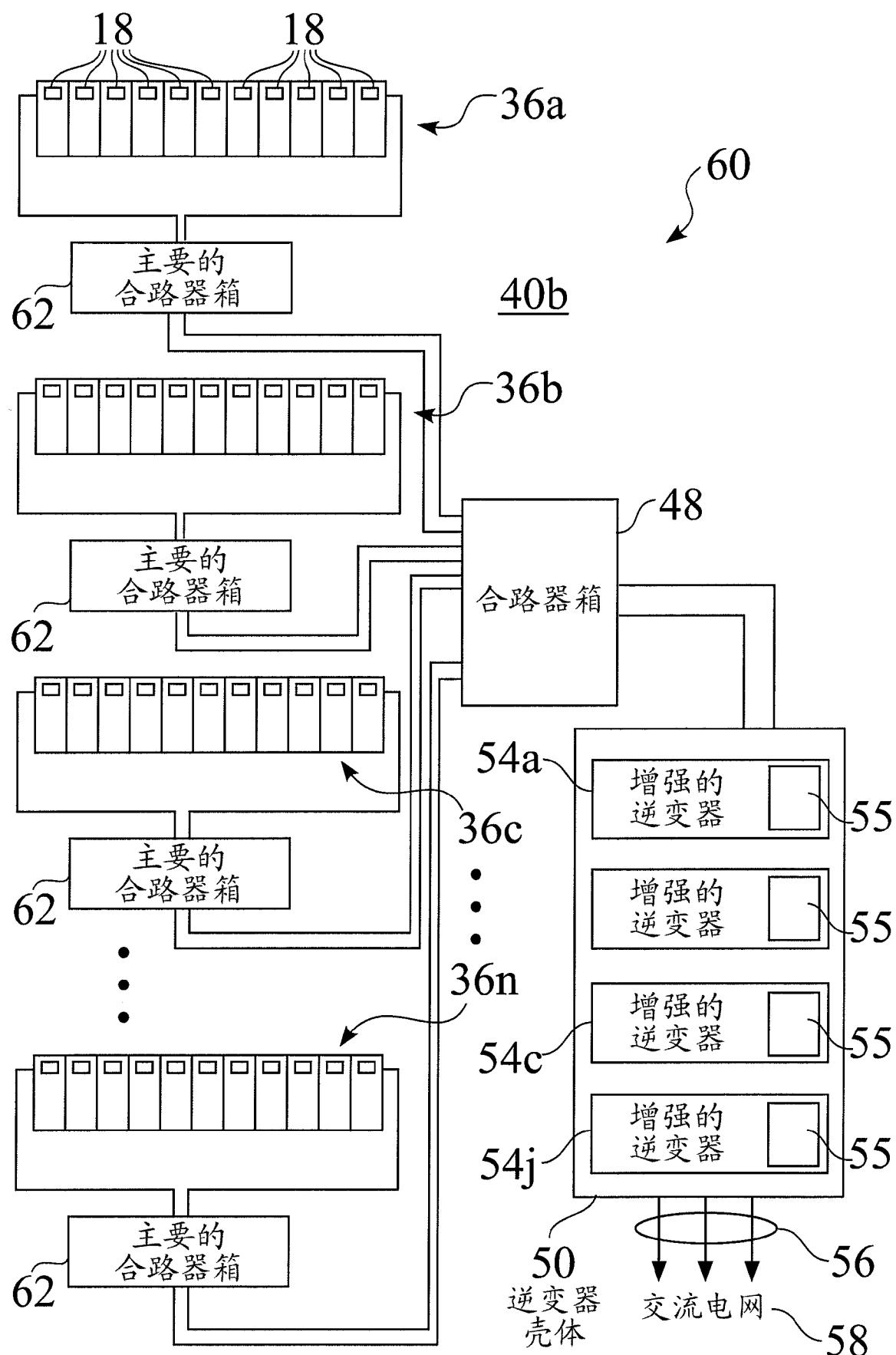


图 6

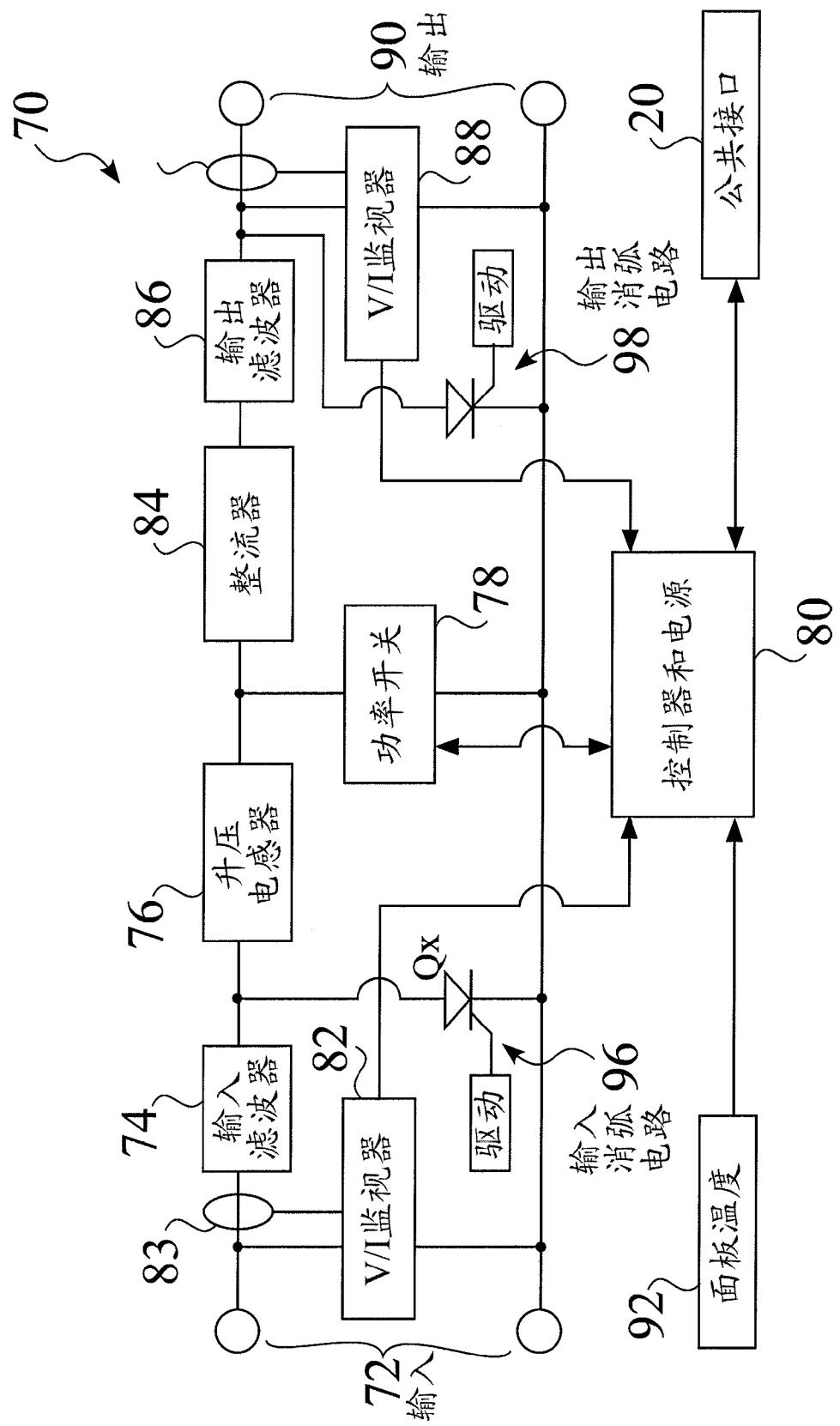


图 7

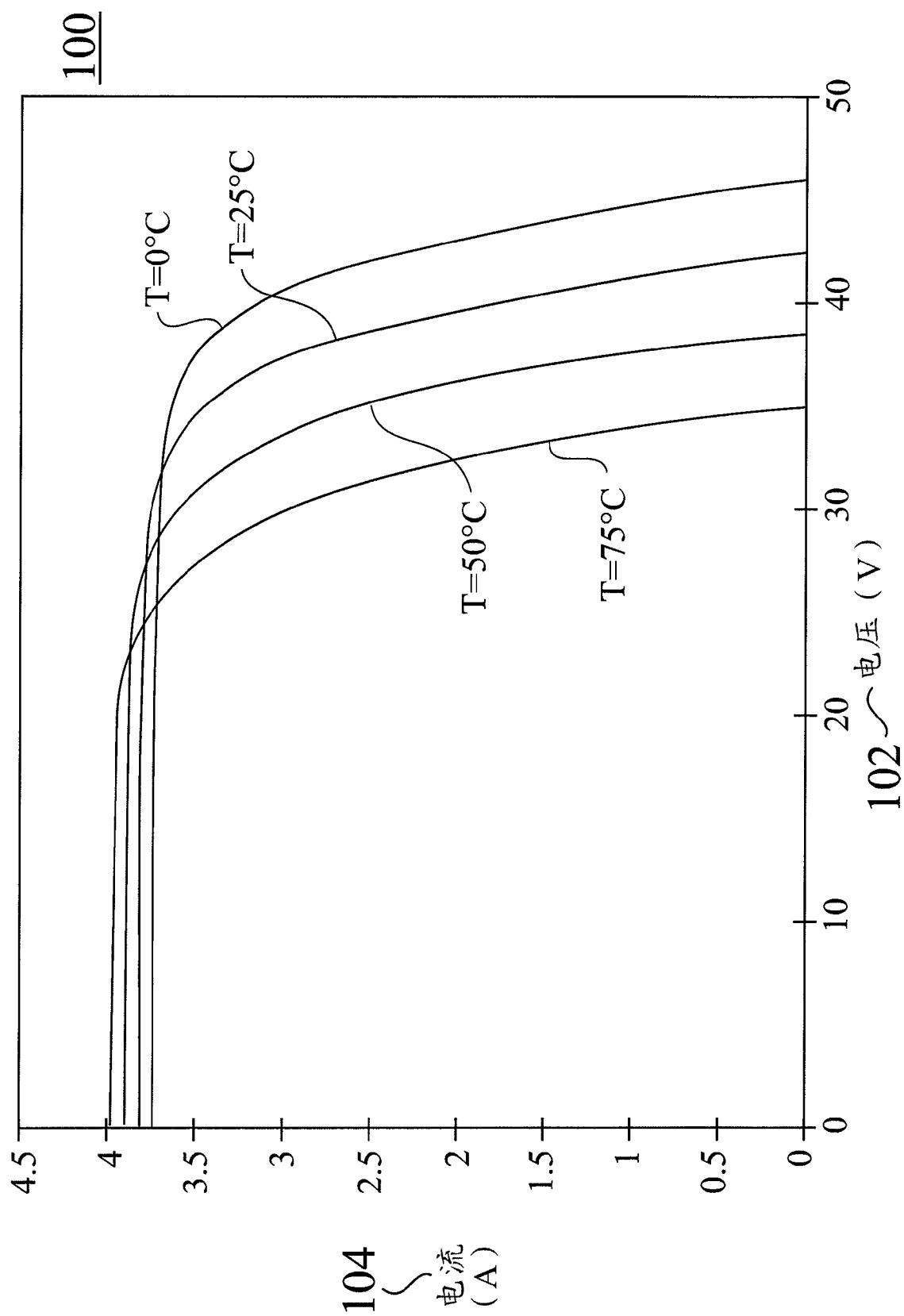


图 8

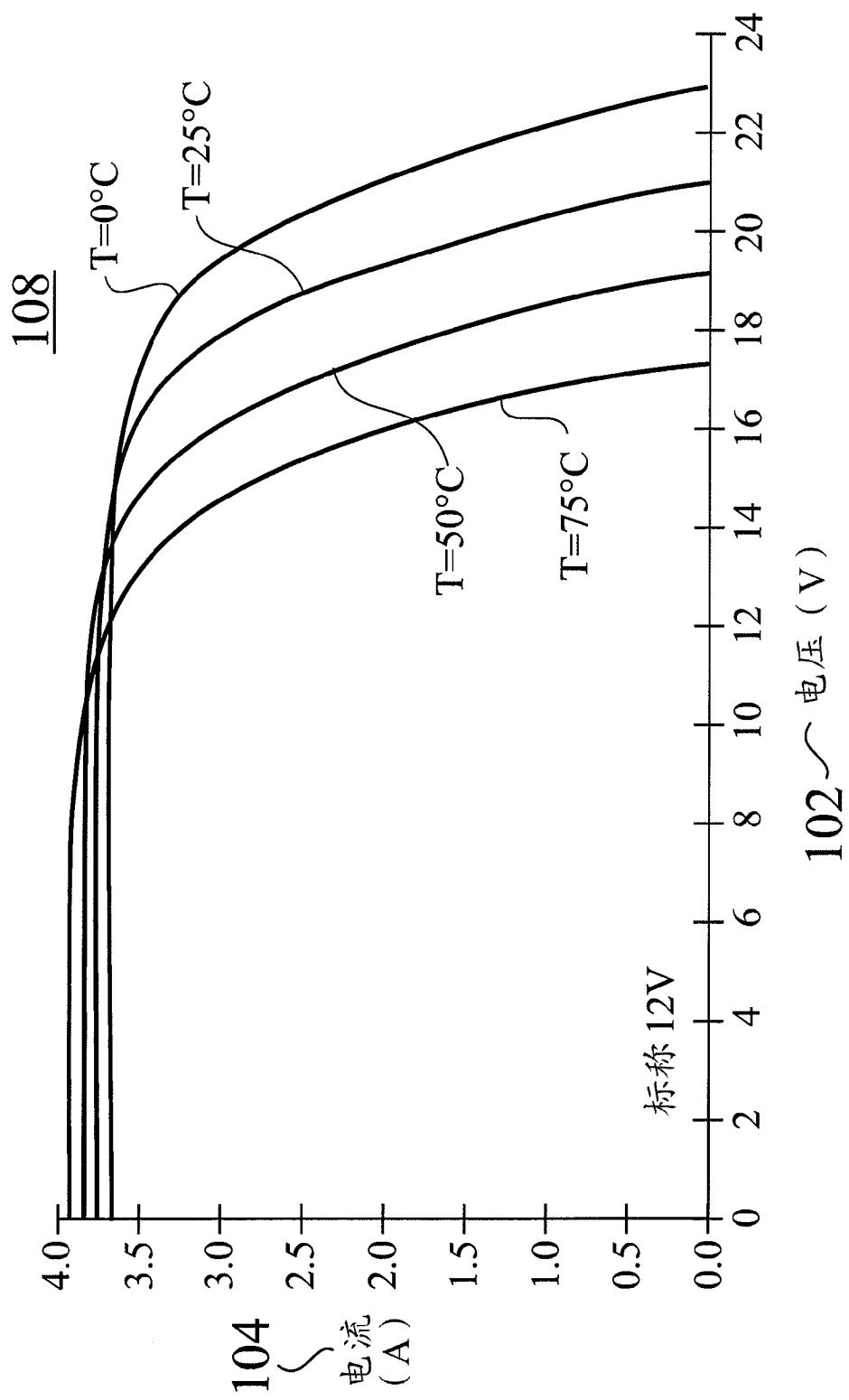


图 9

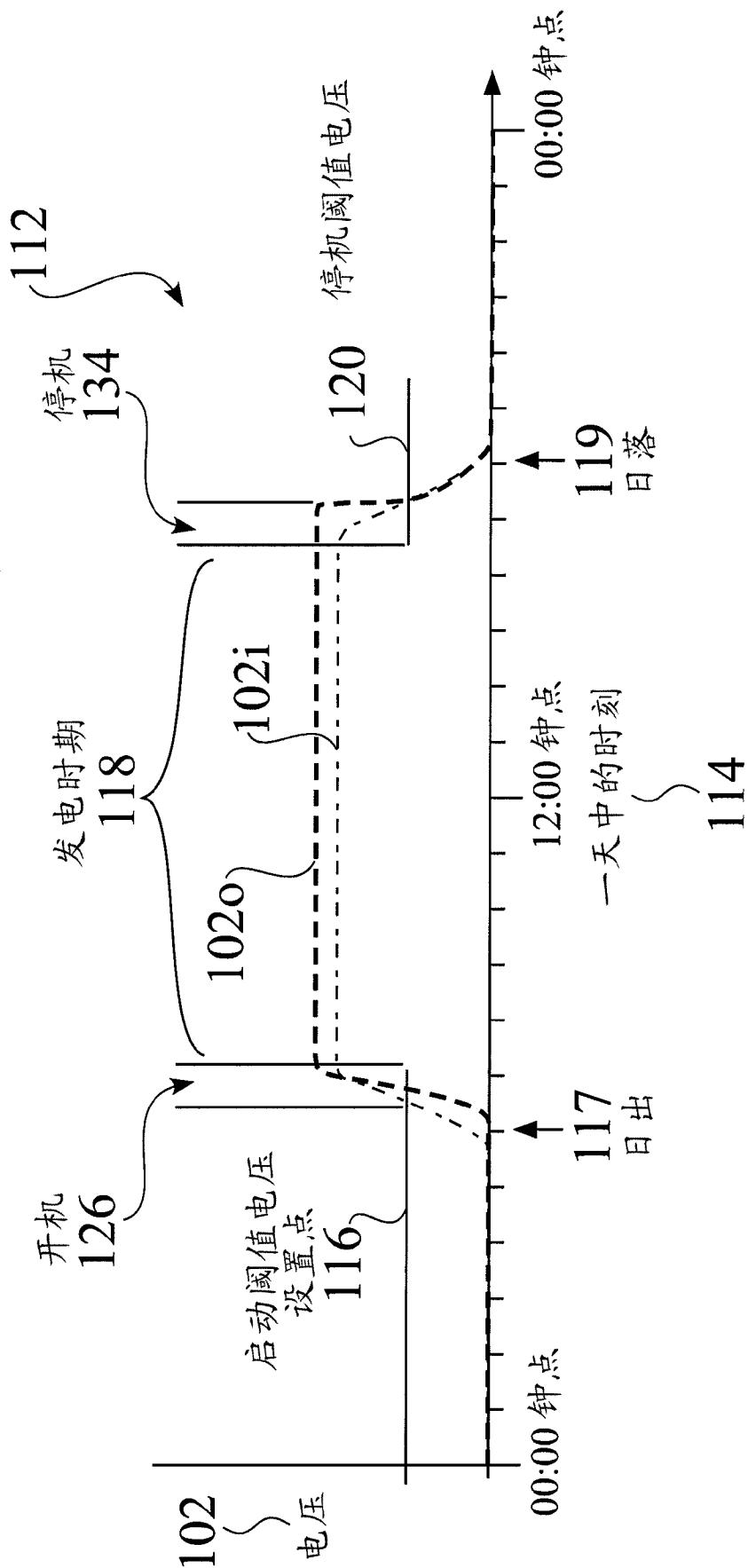


图 10

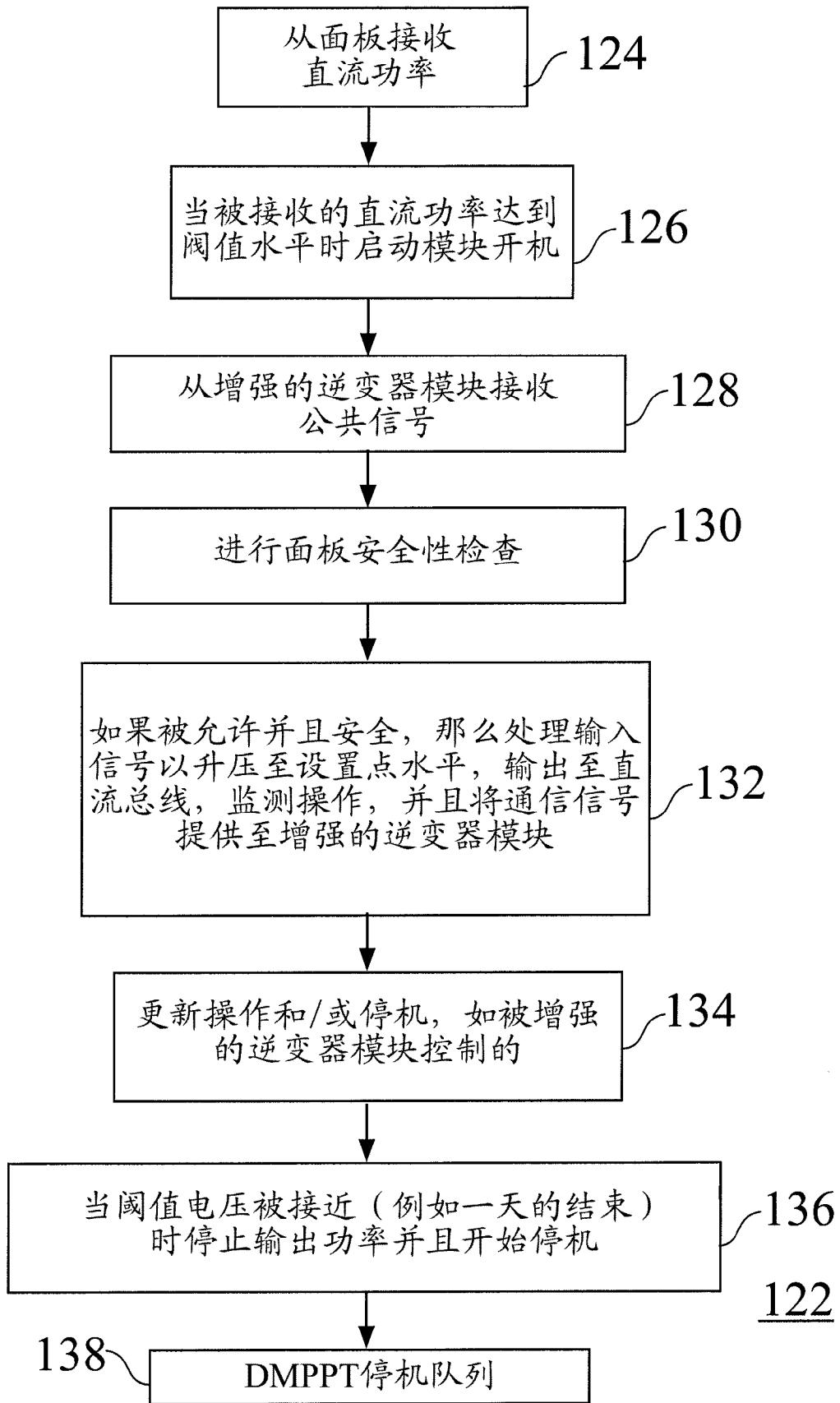


图 11

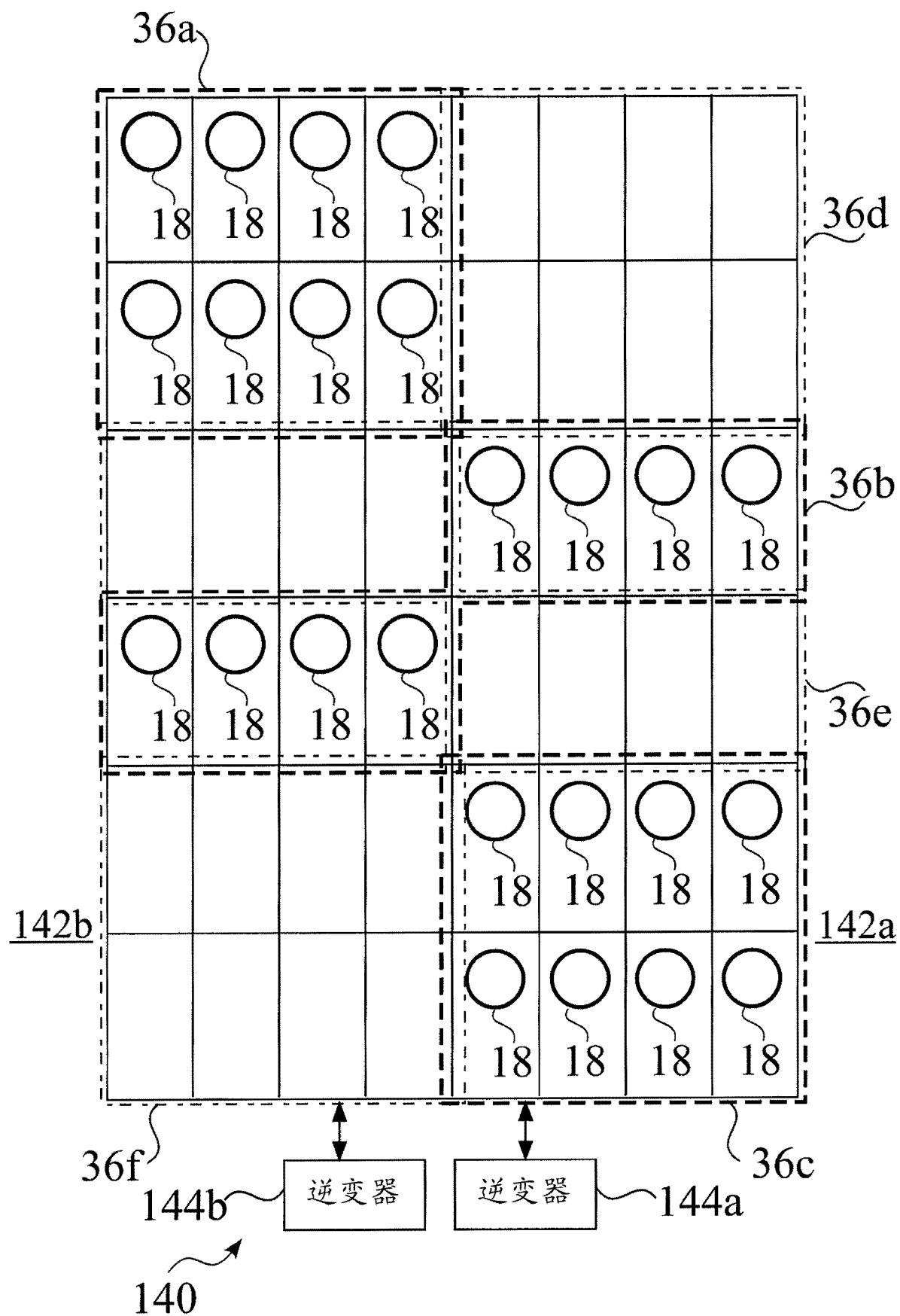


图 12

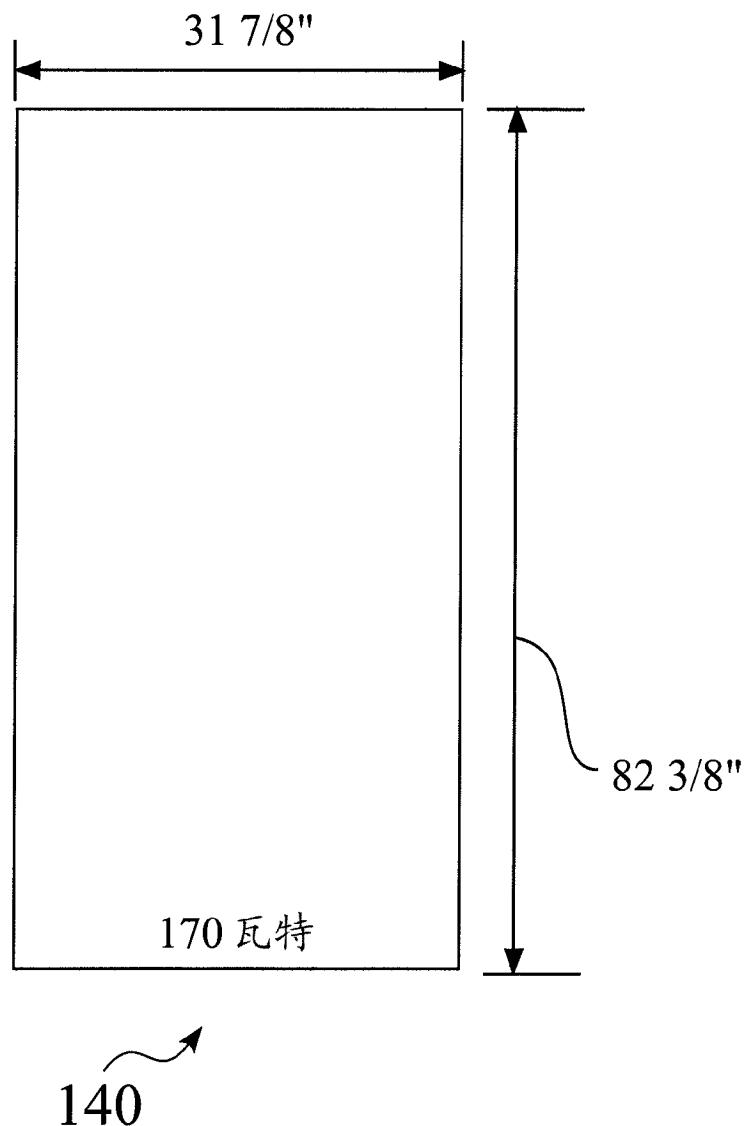


图 13

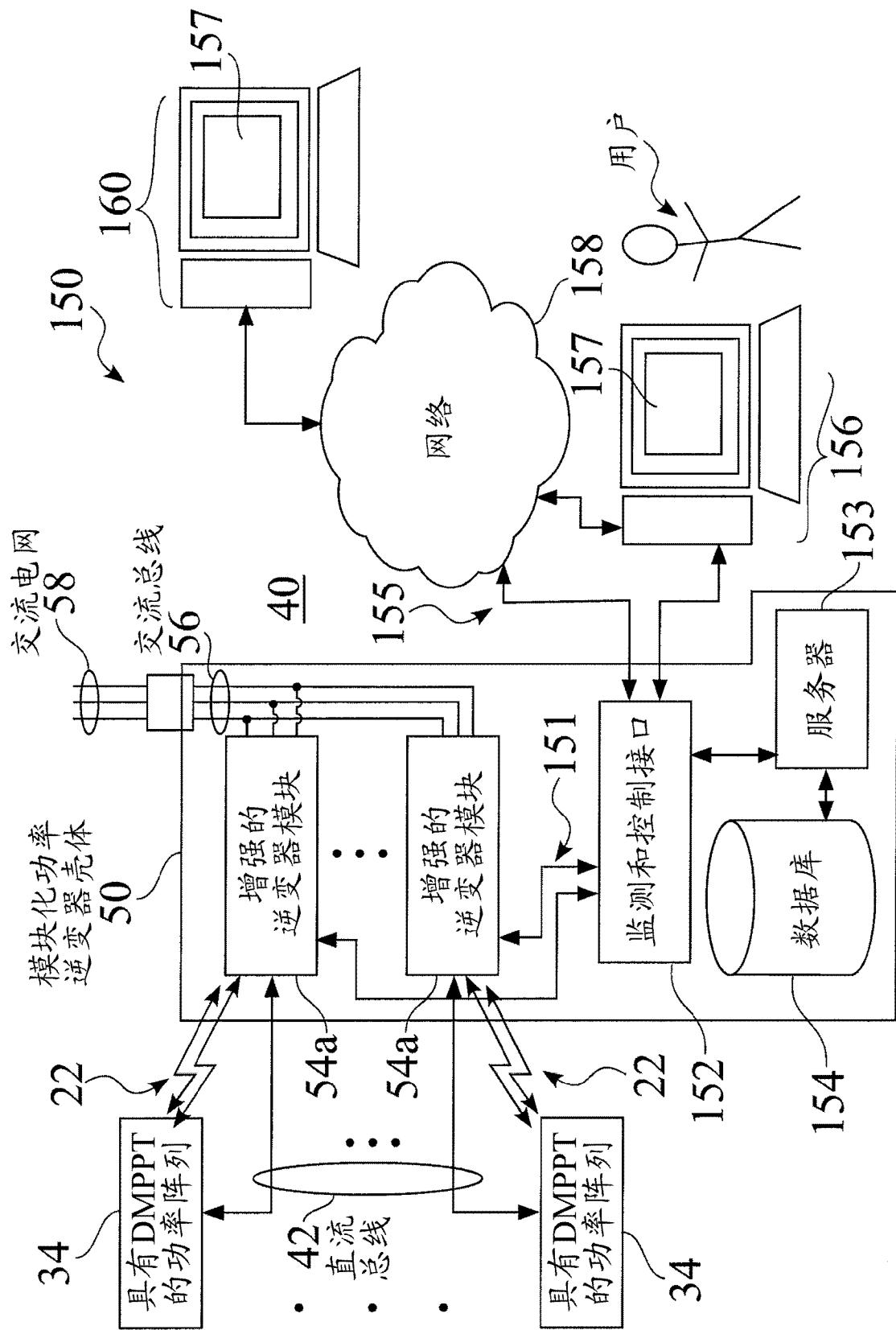


图 14

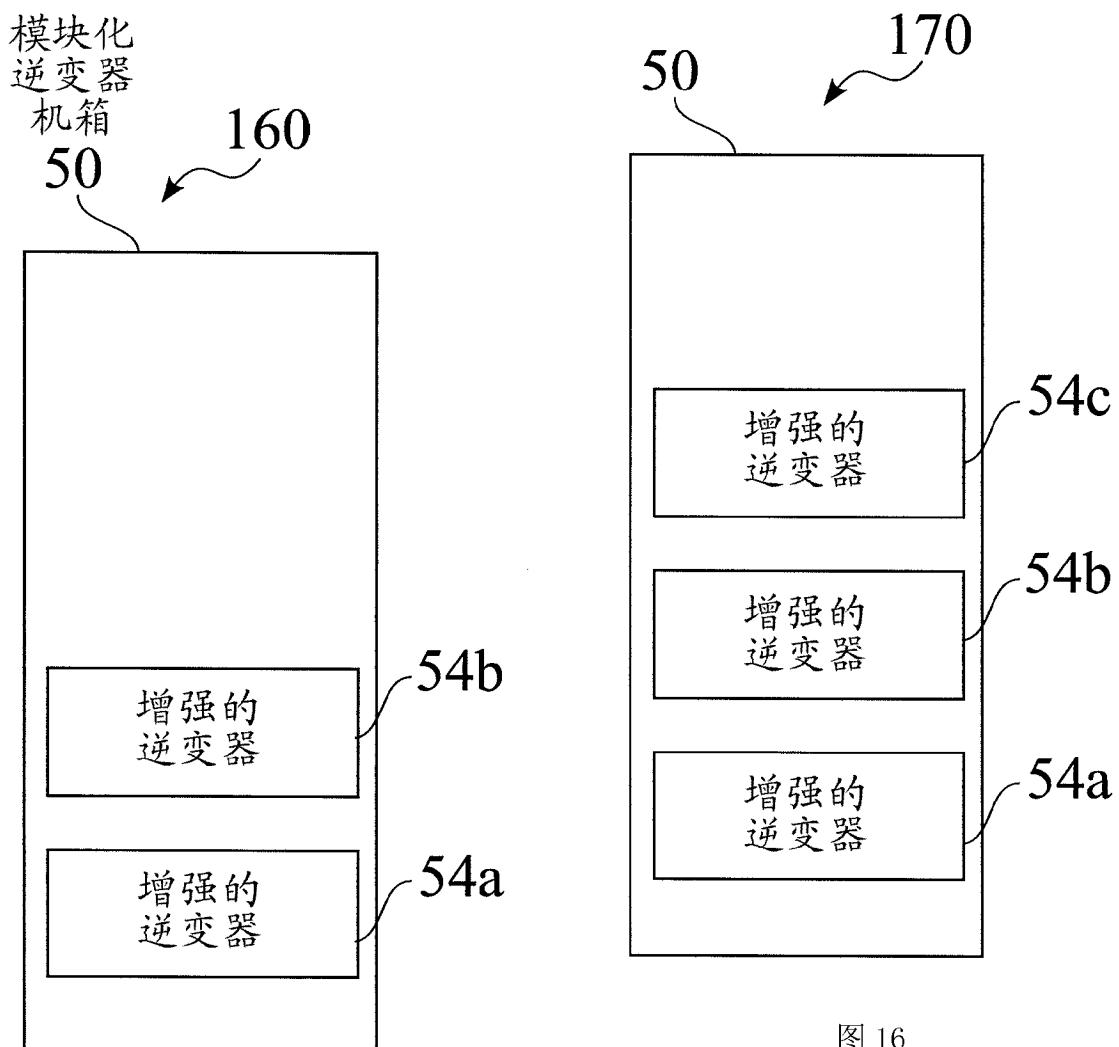


图 15

图 16

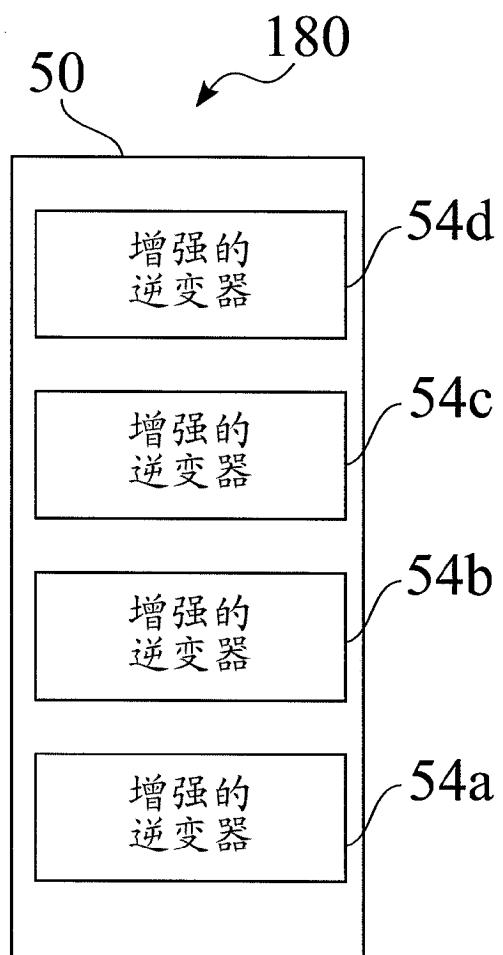
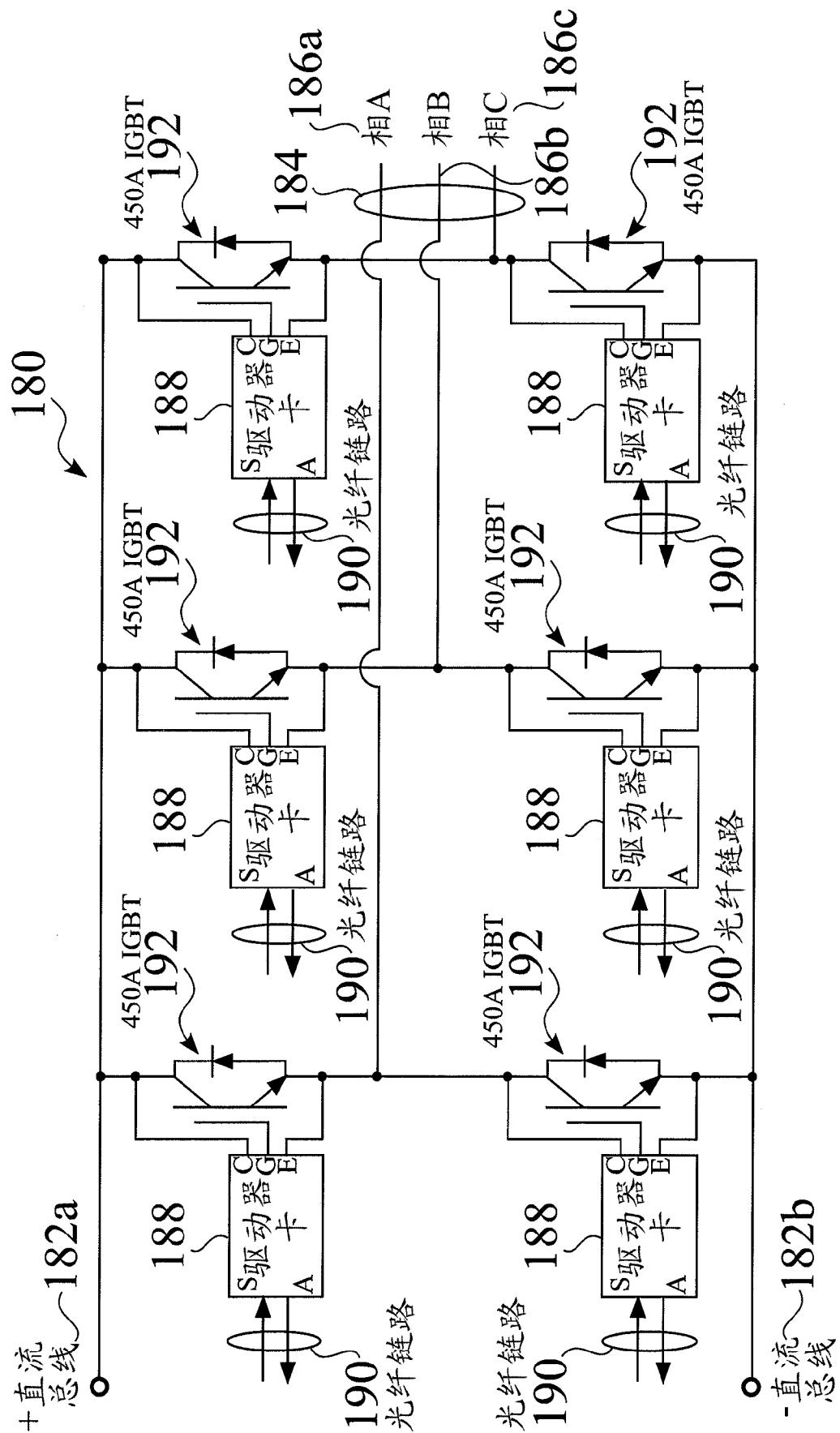


图 17



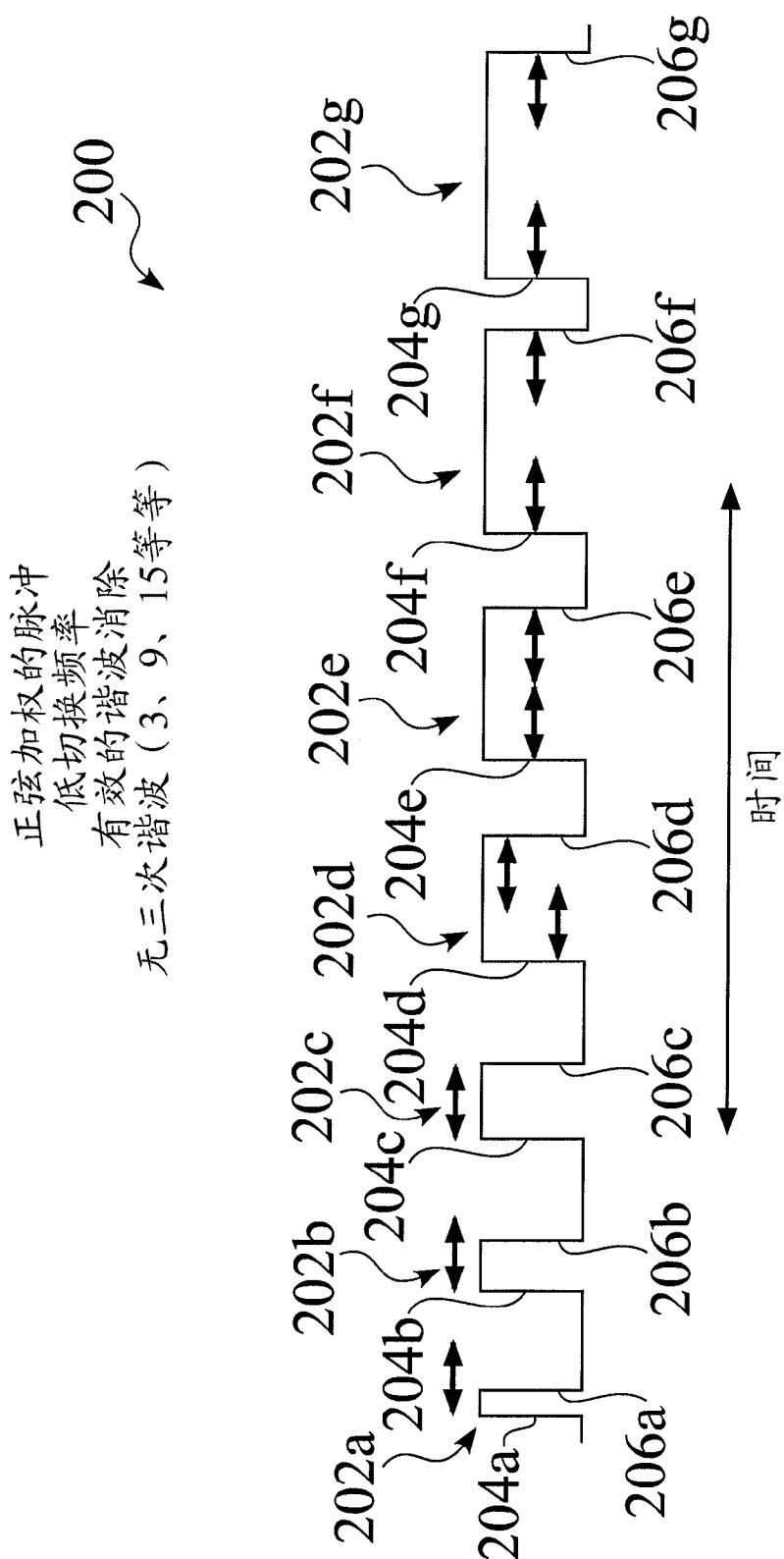


图 19

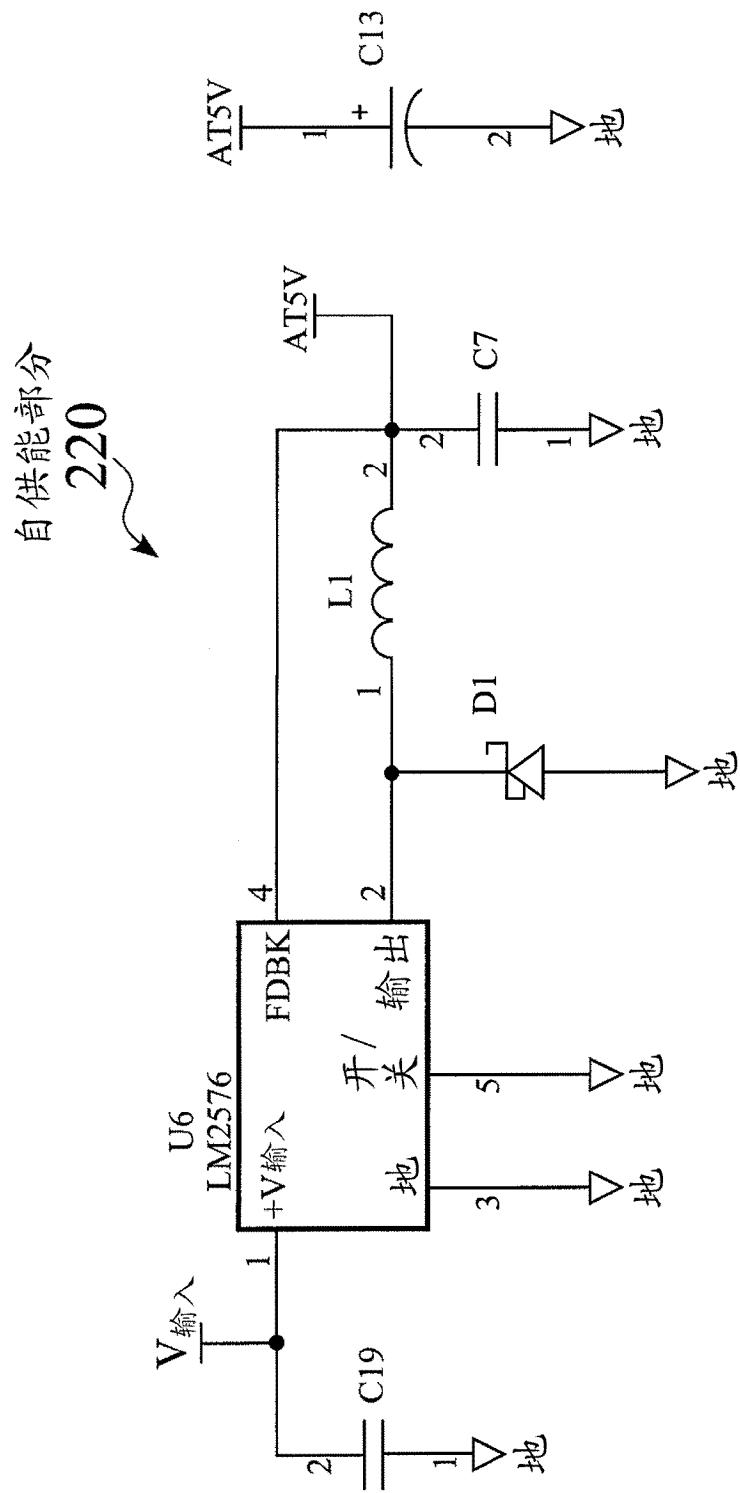


图 20

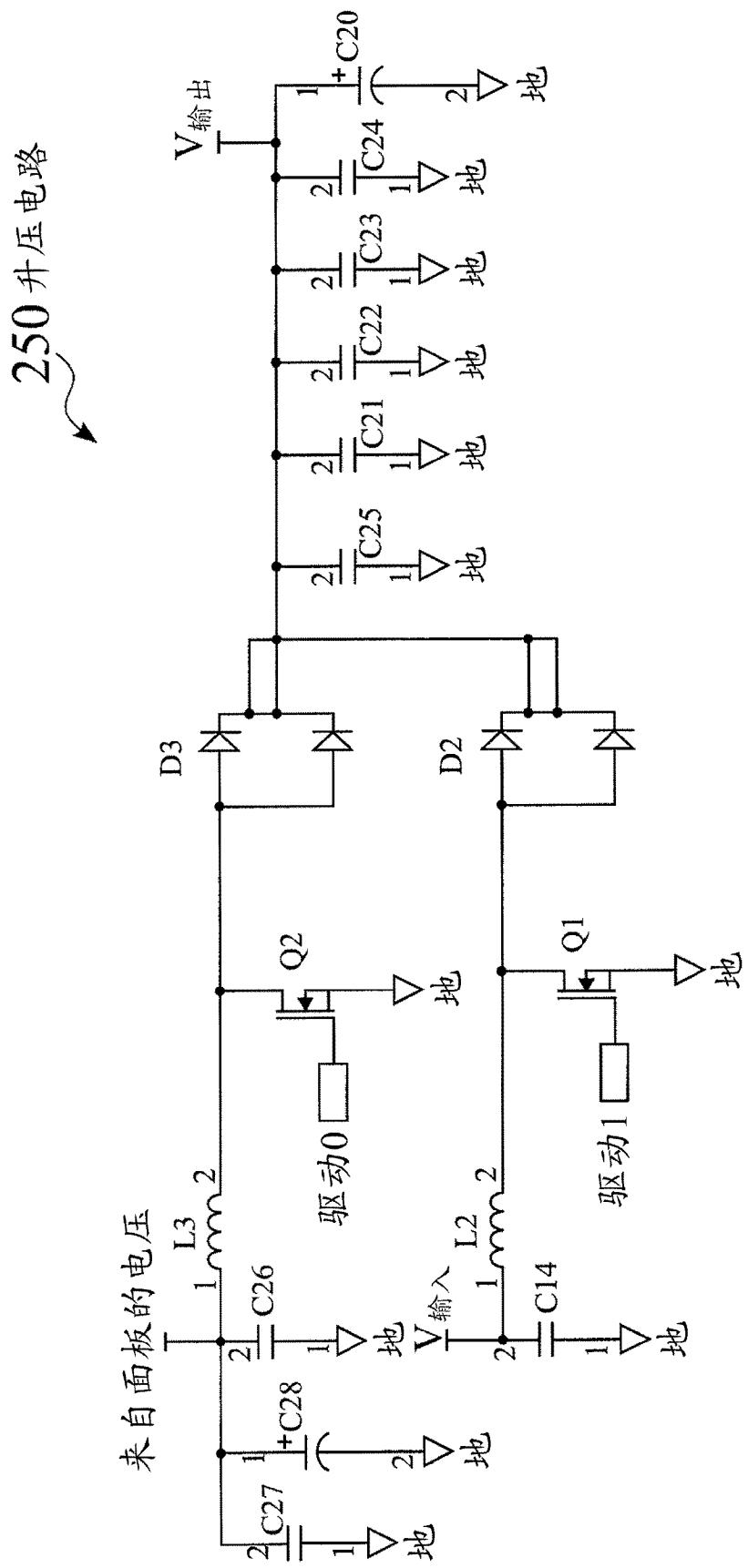


图 21

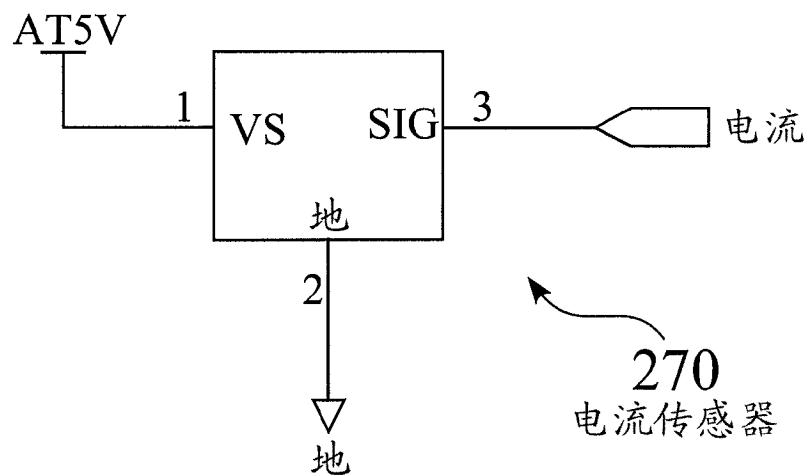


图 22

到监视器的电压

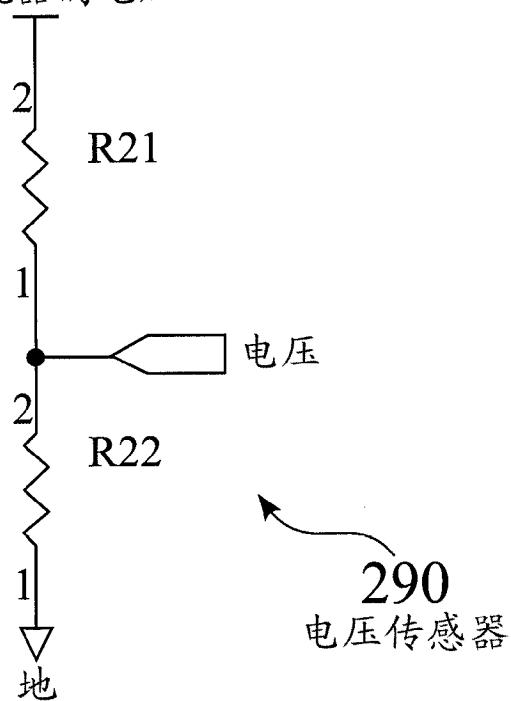


图 23

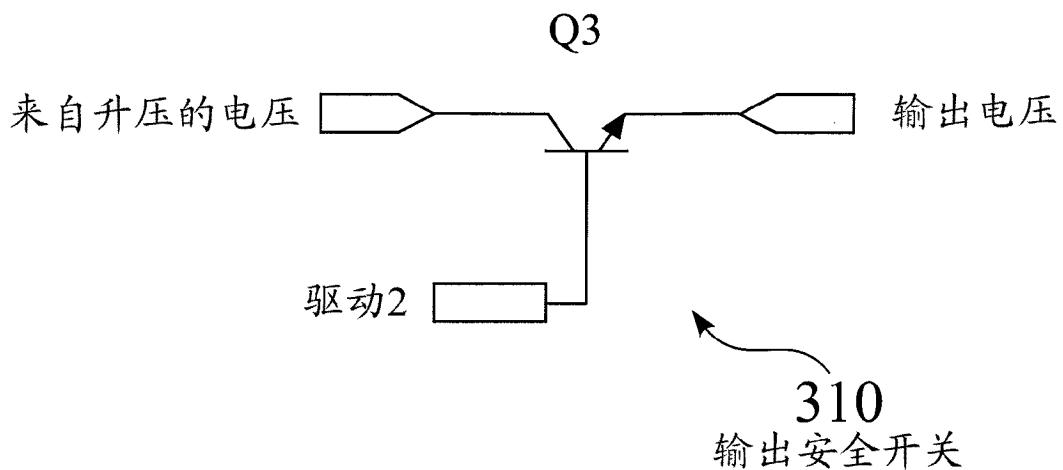


图 24

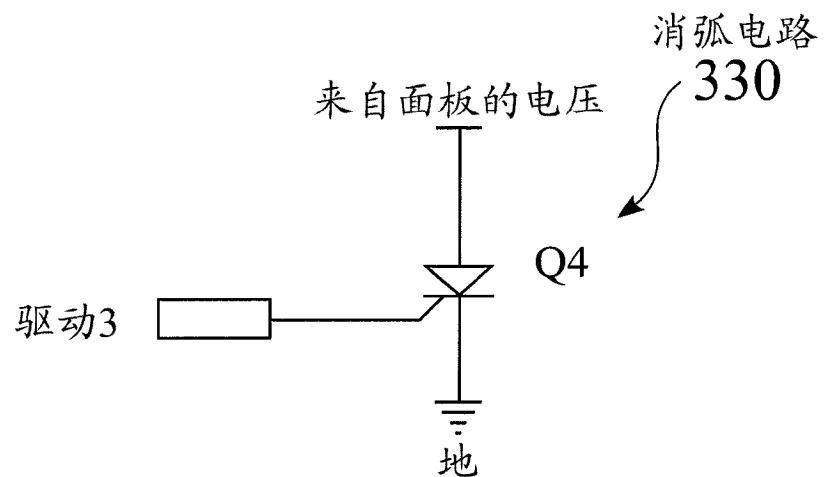


图 25

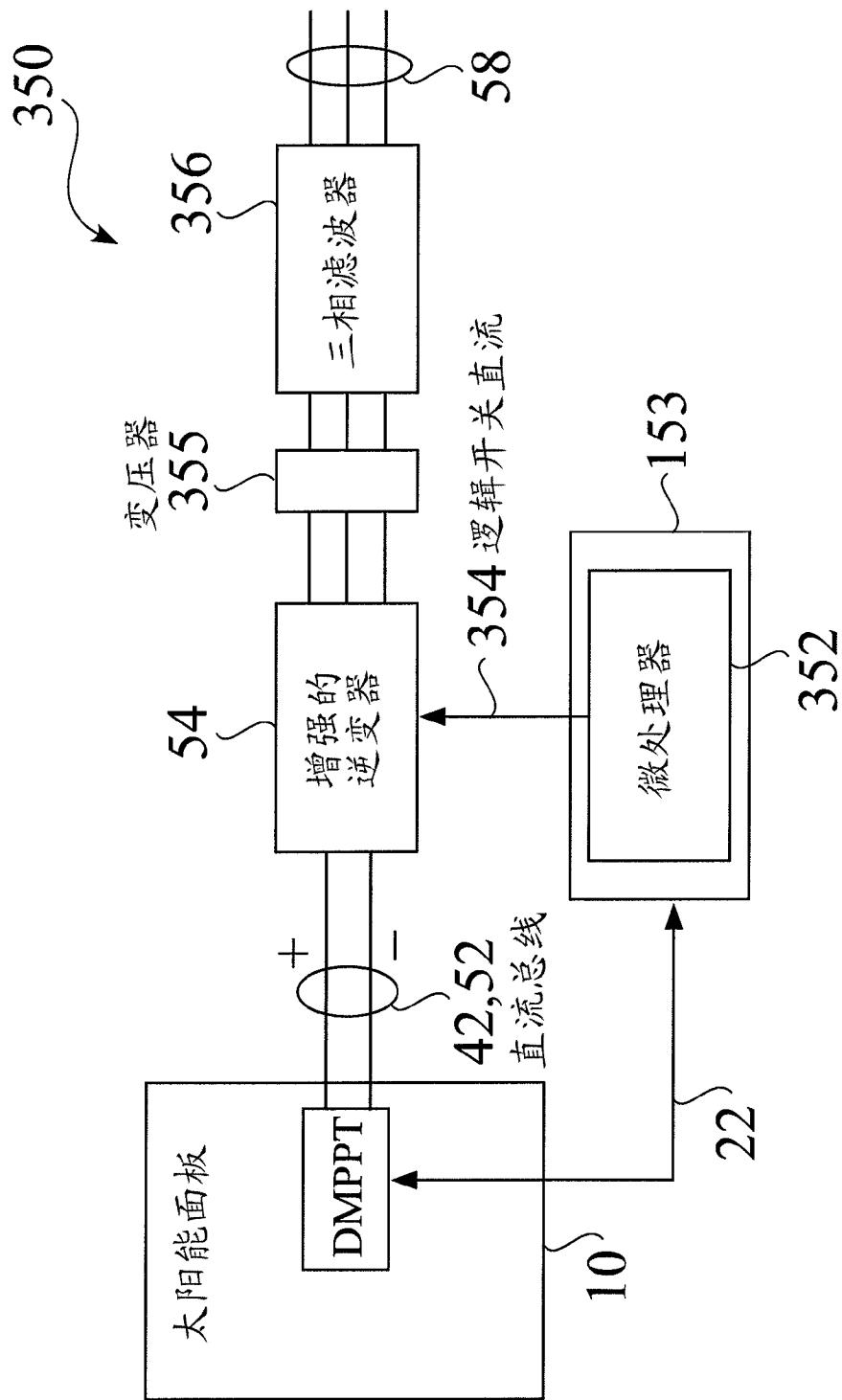


图 26

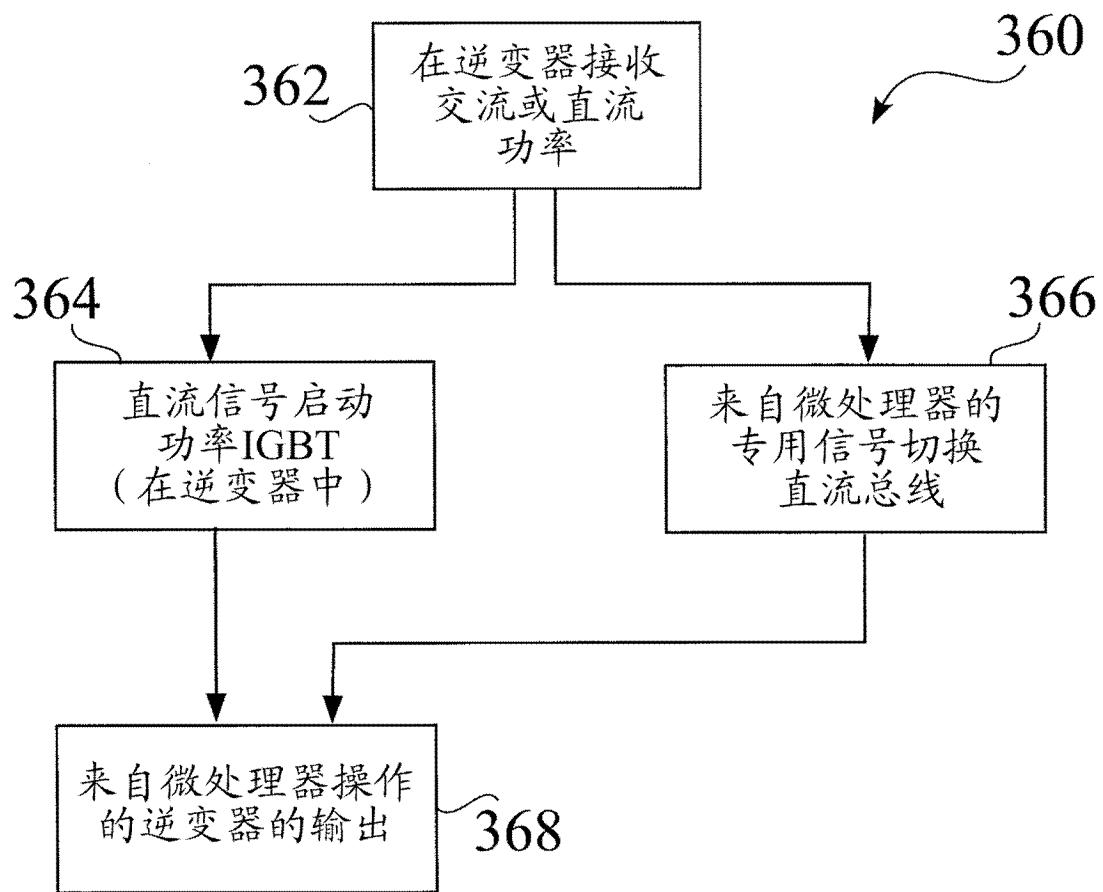


图 27

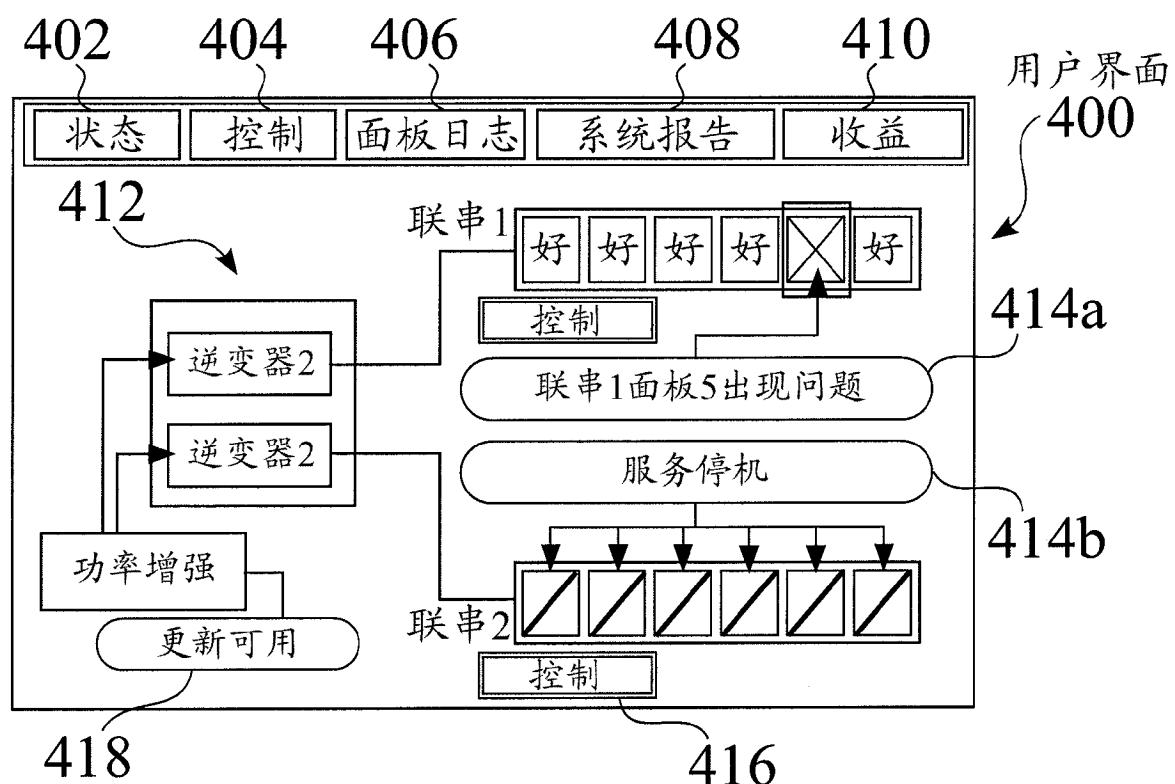


图 28

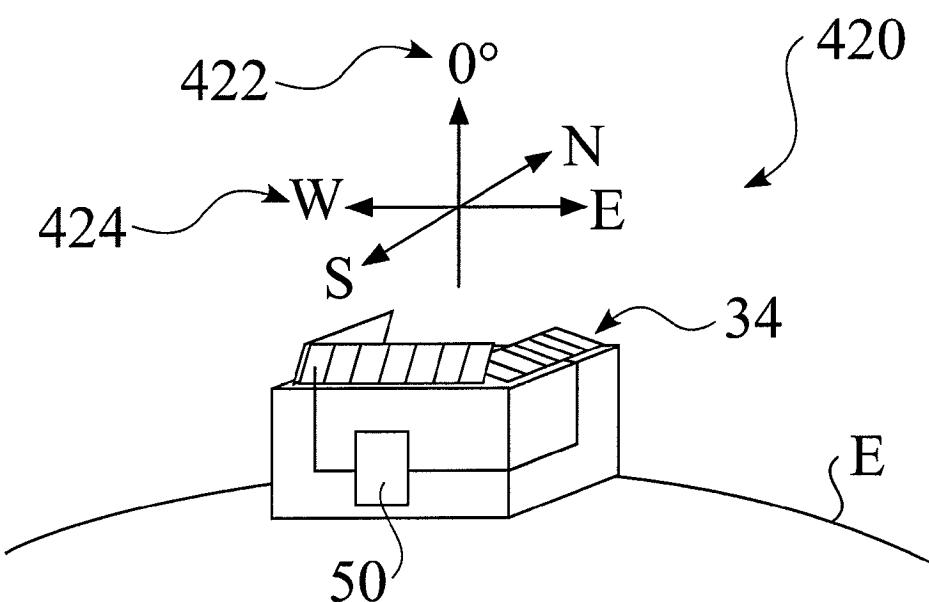


图 29

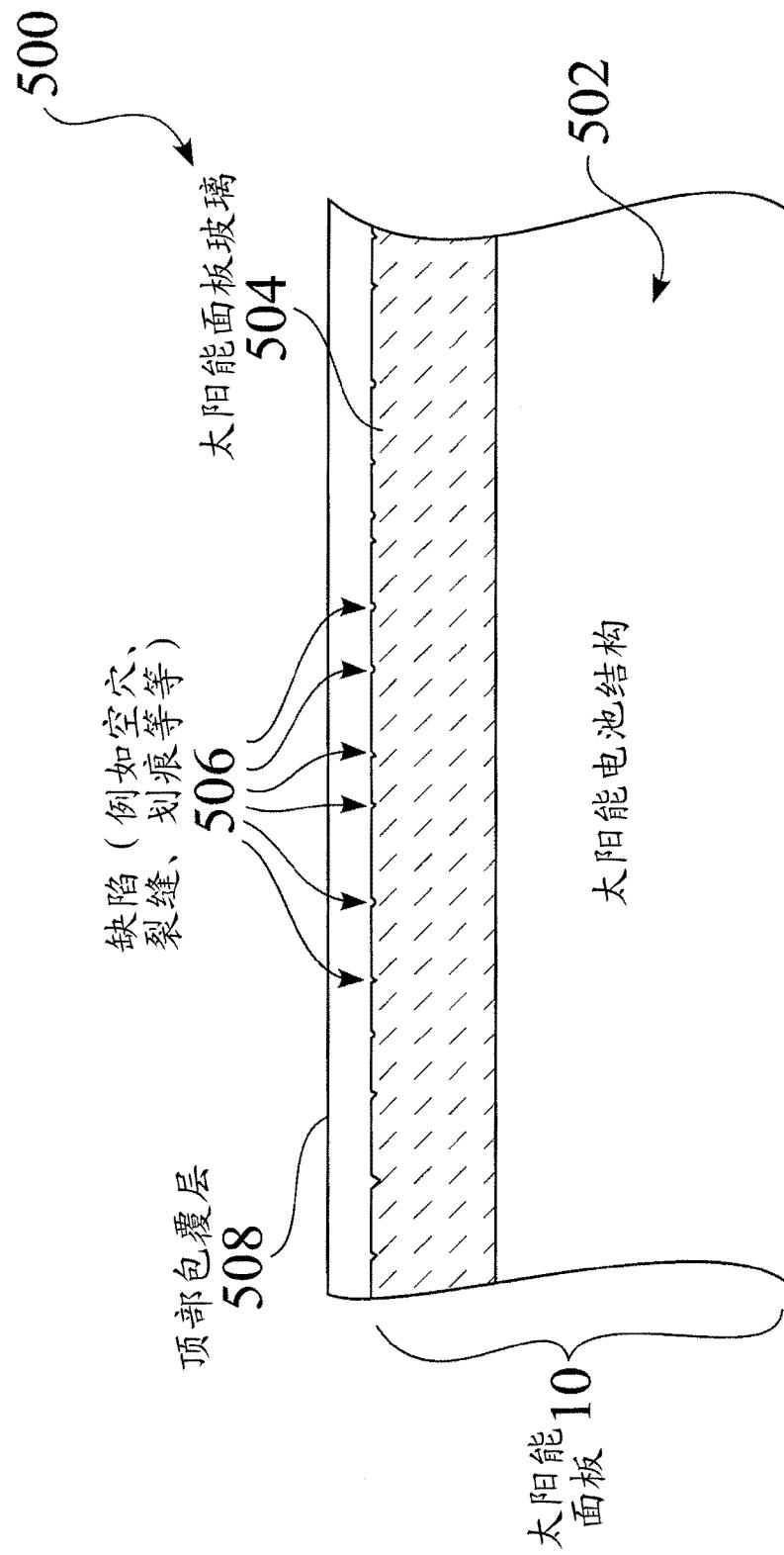


图 30

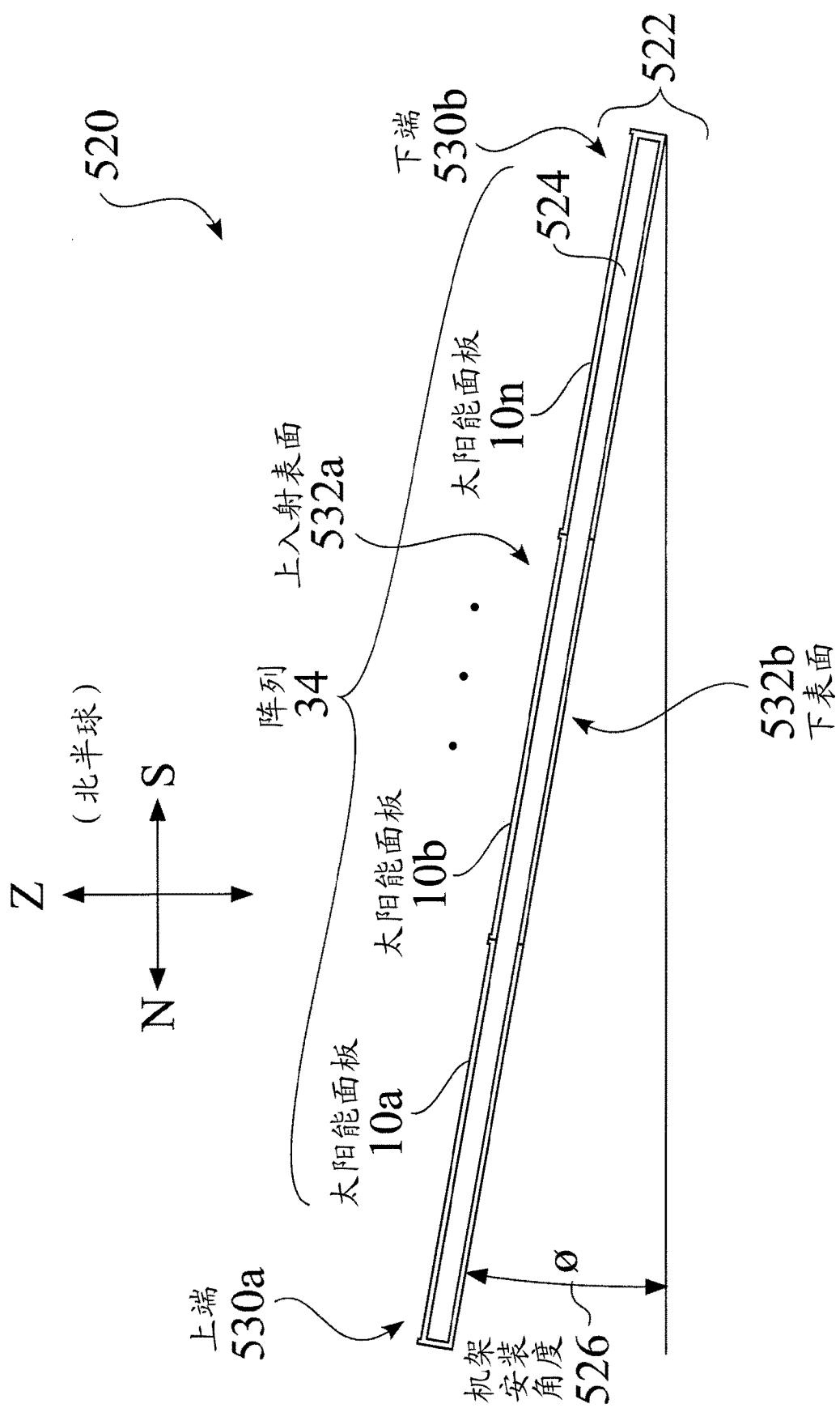


图 31

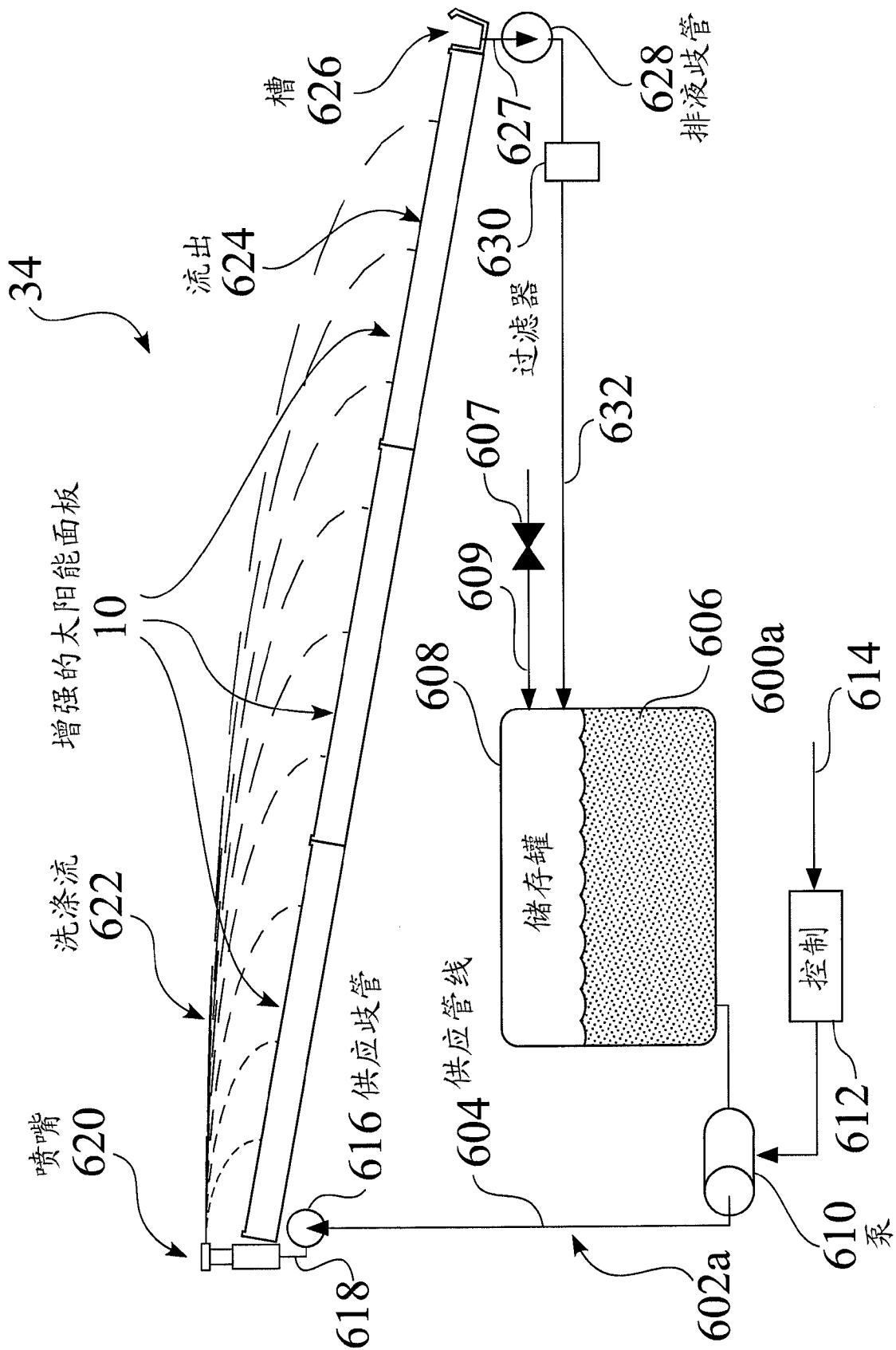


图 32

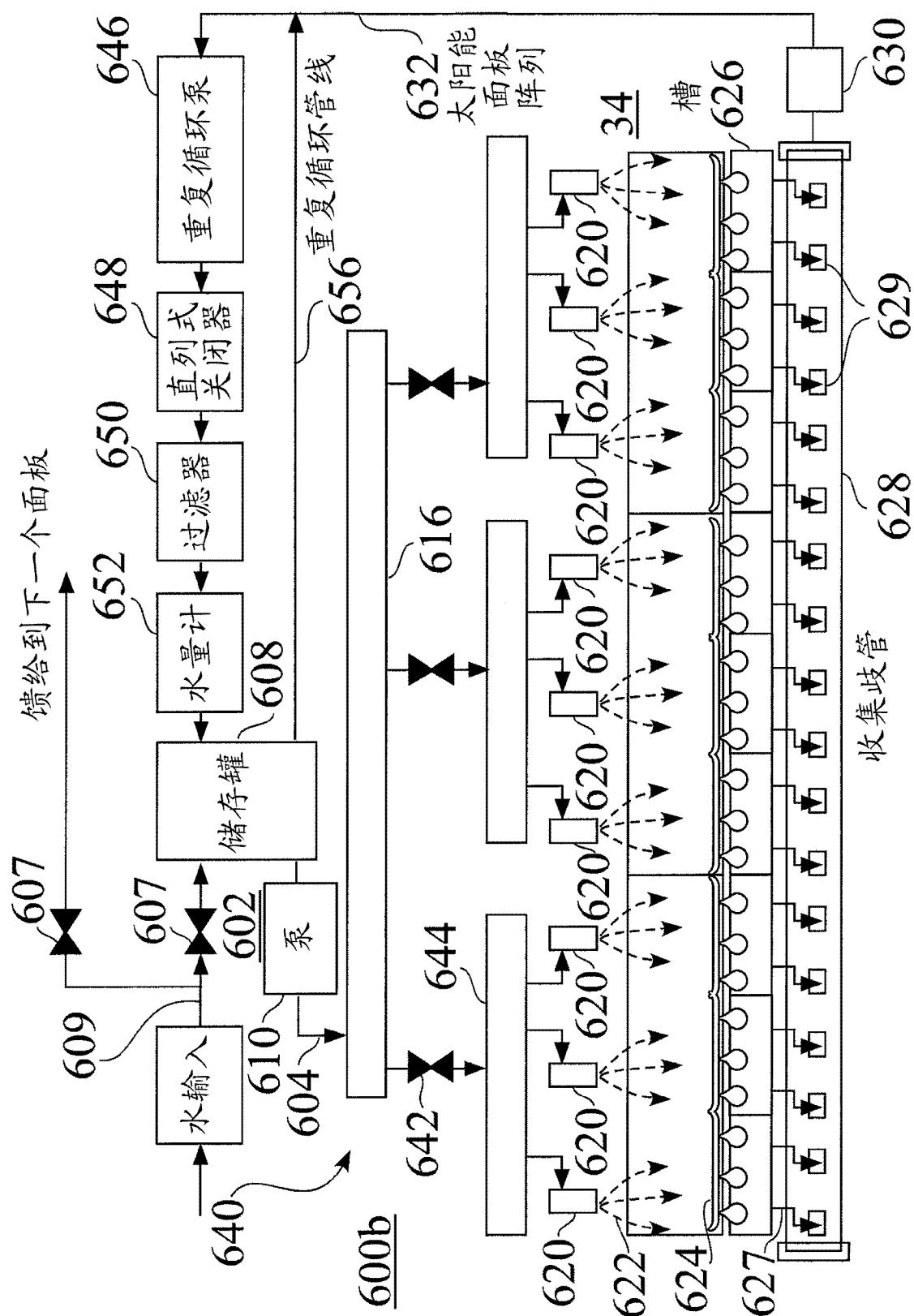


图 33

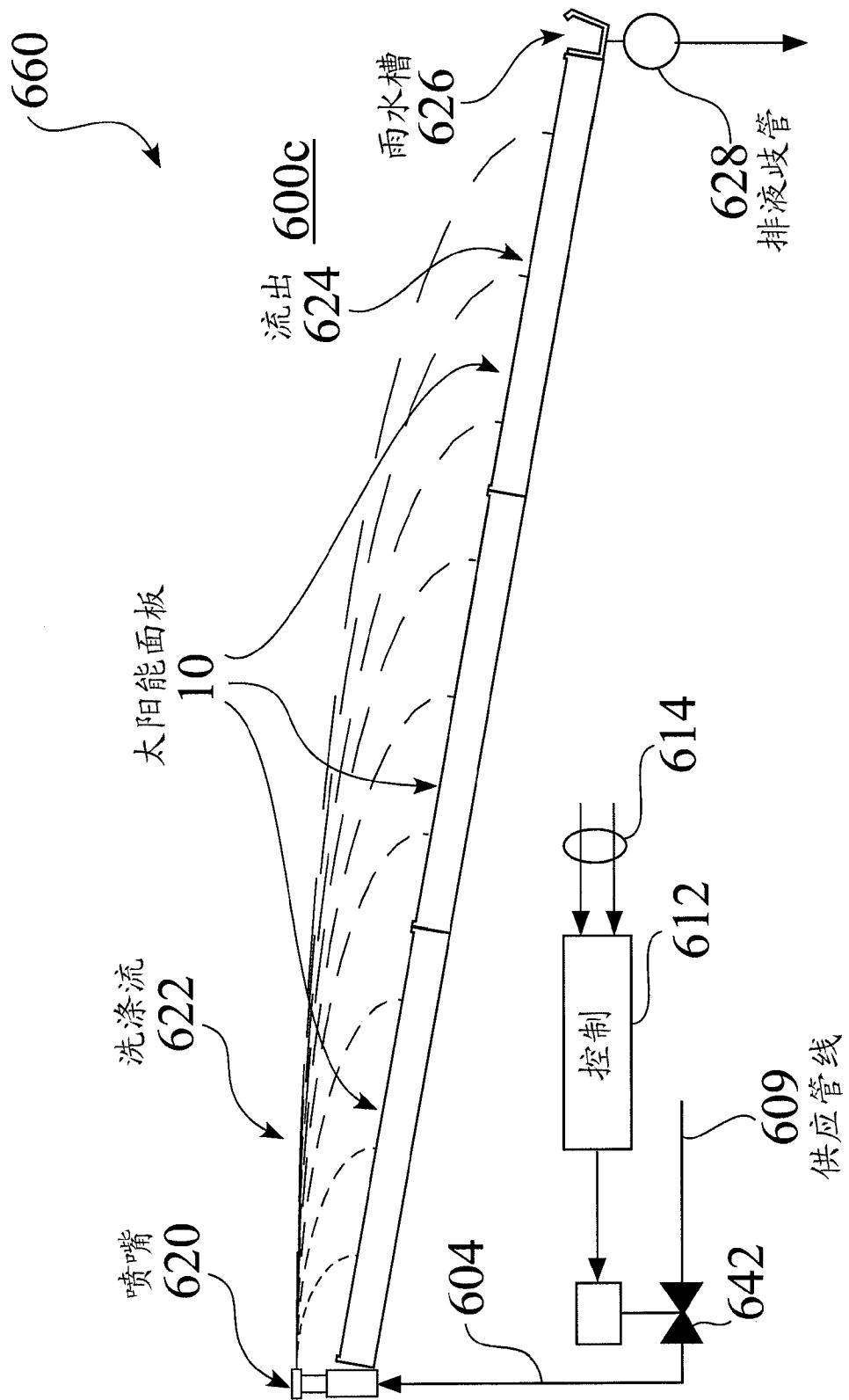


图 34

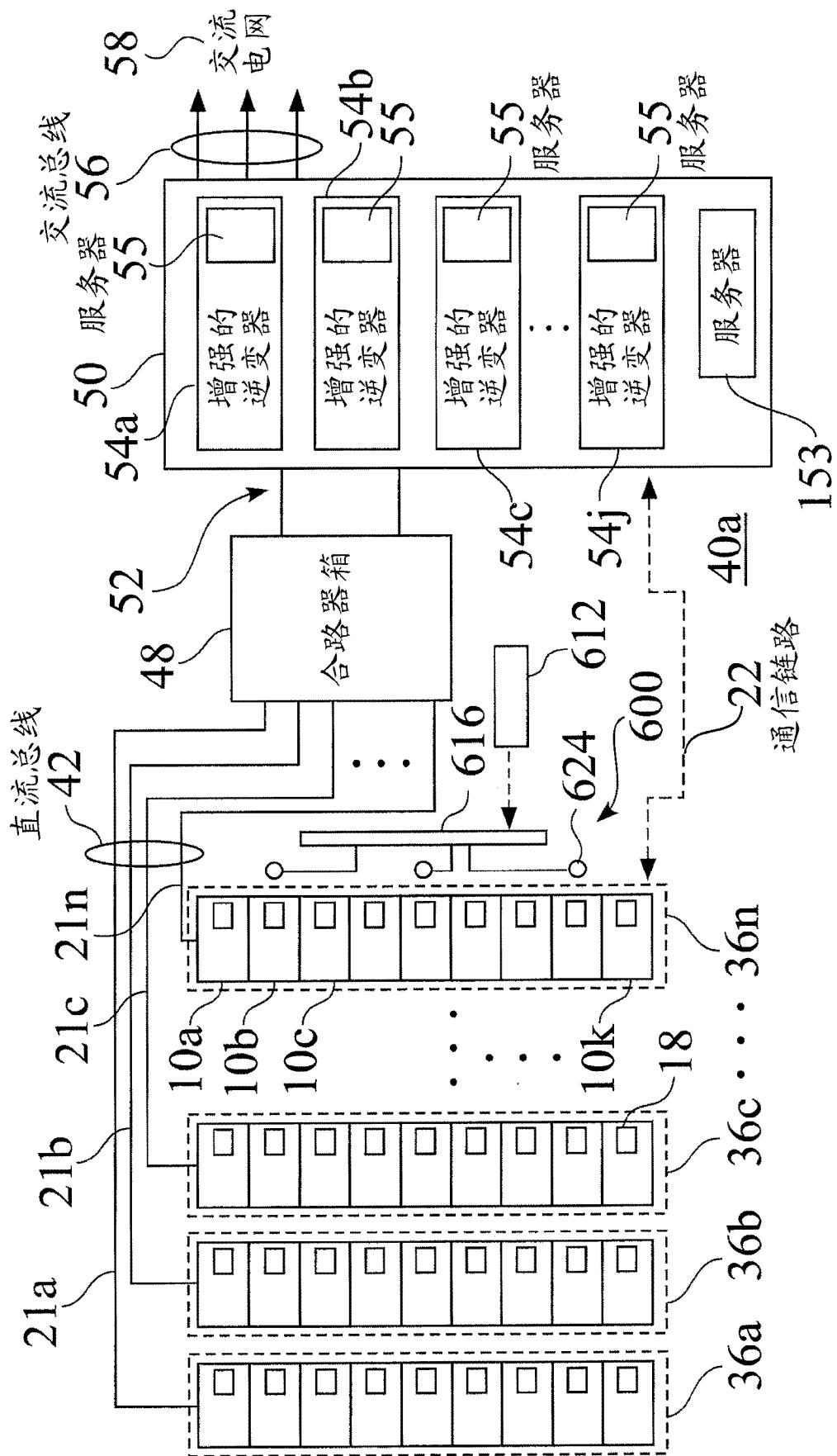


图 35

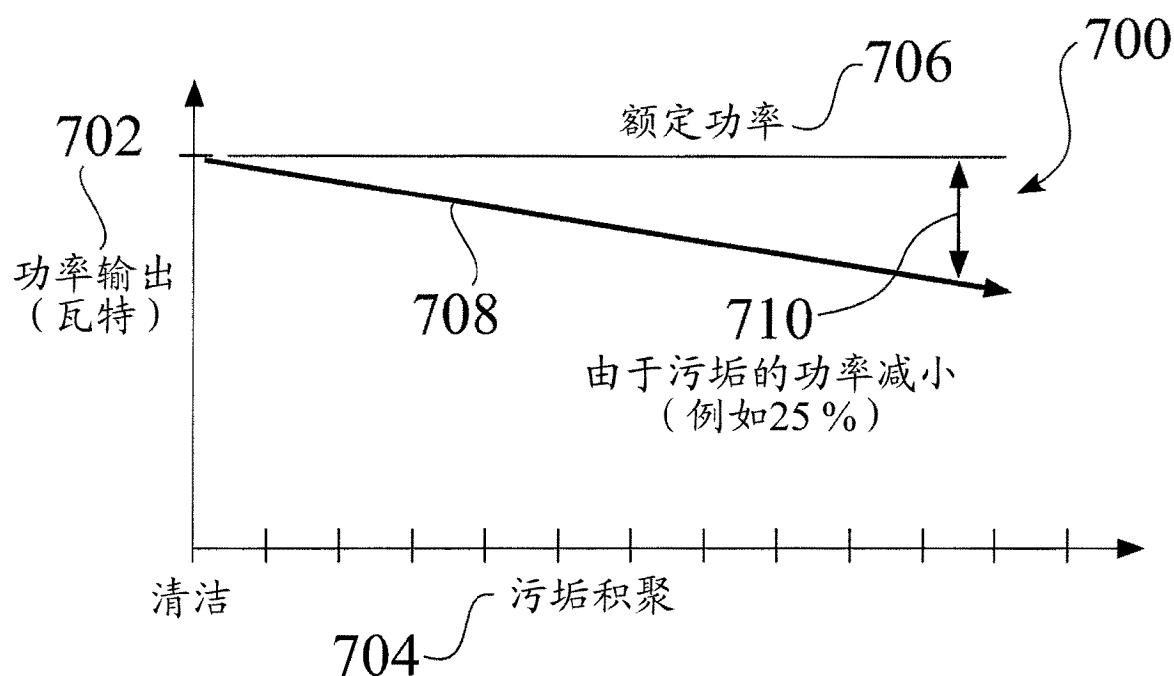


图 36

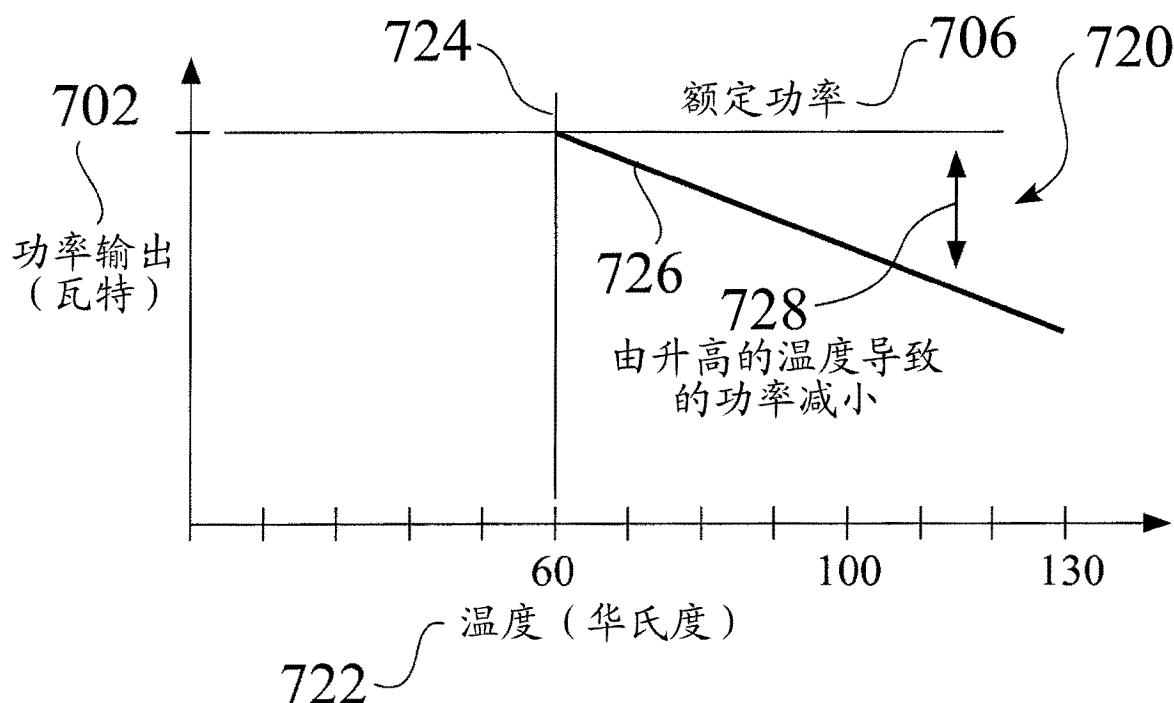


图 37

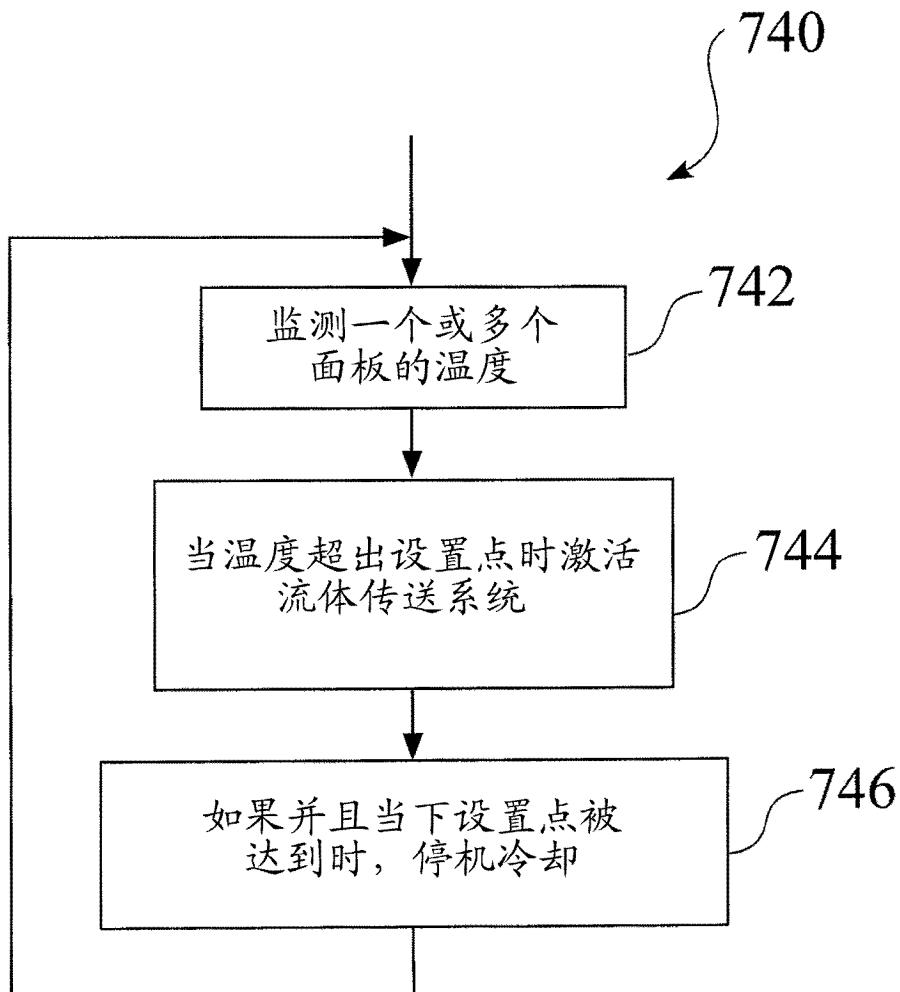


图 38

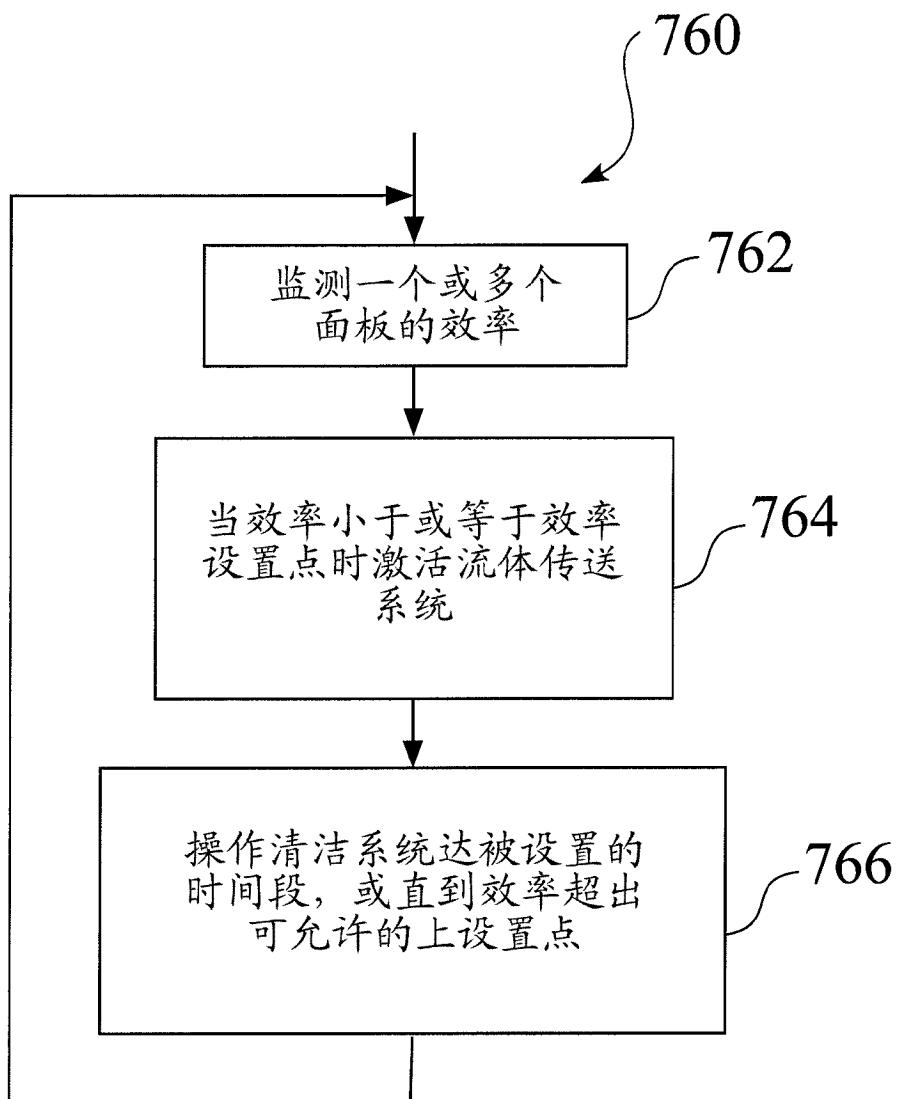


图 39

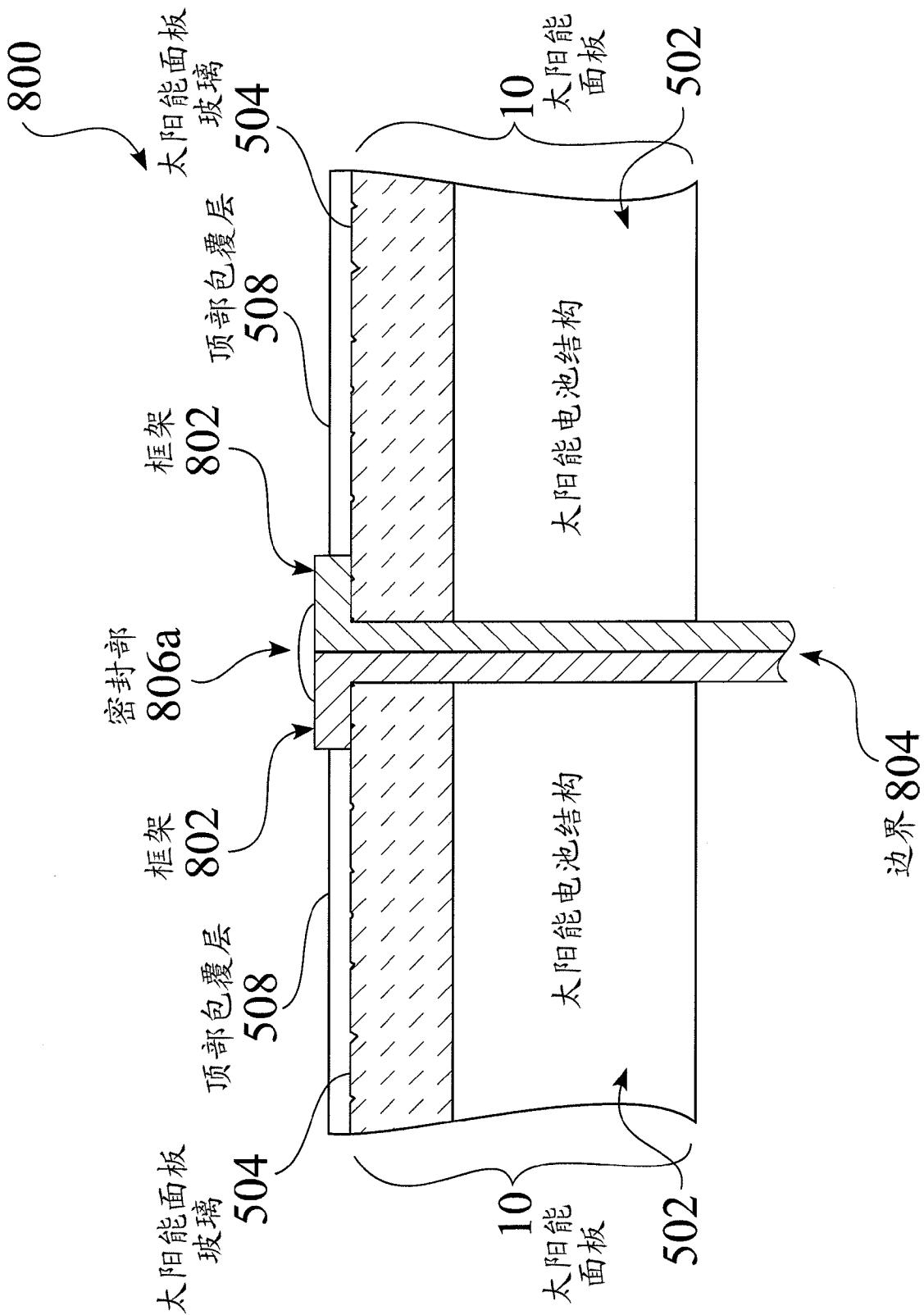


图 40

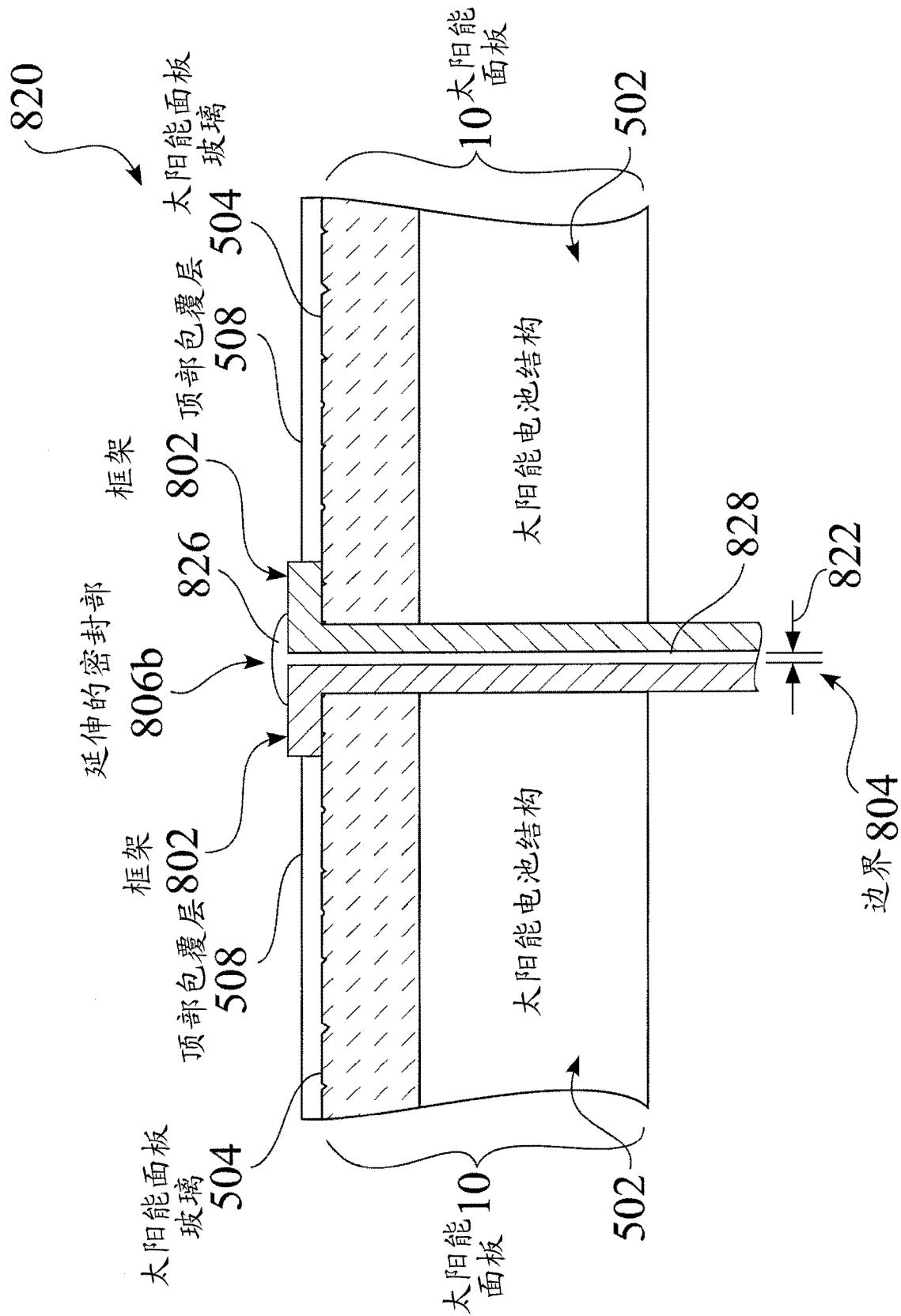


图 41

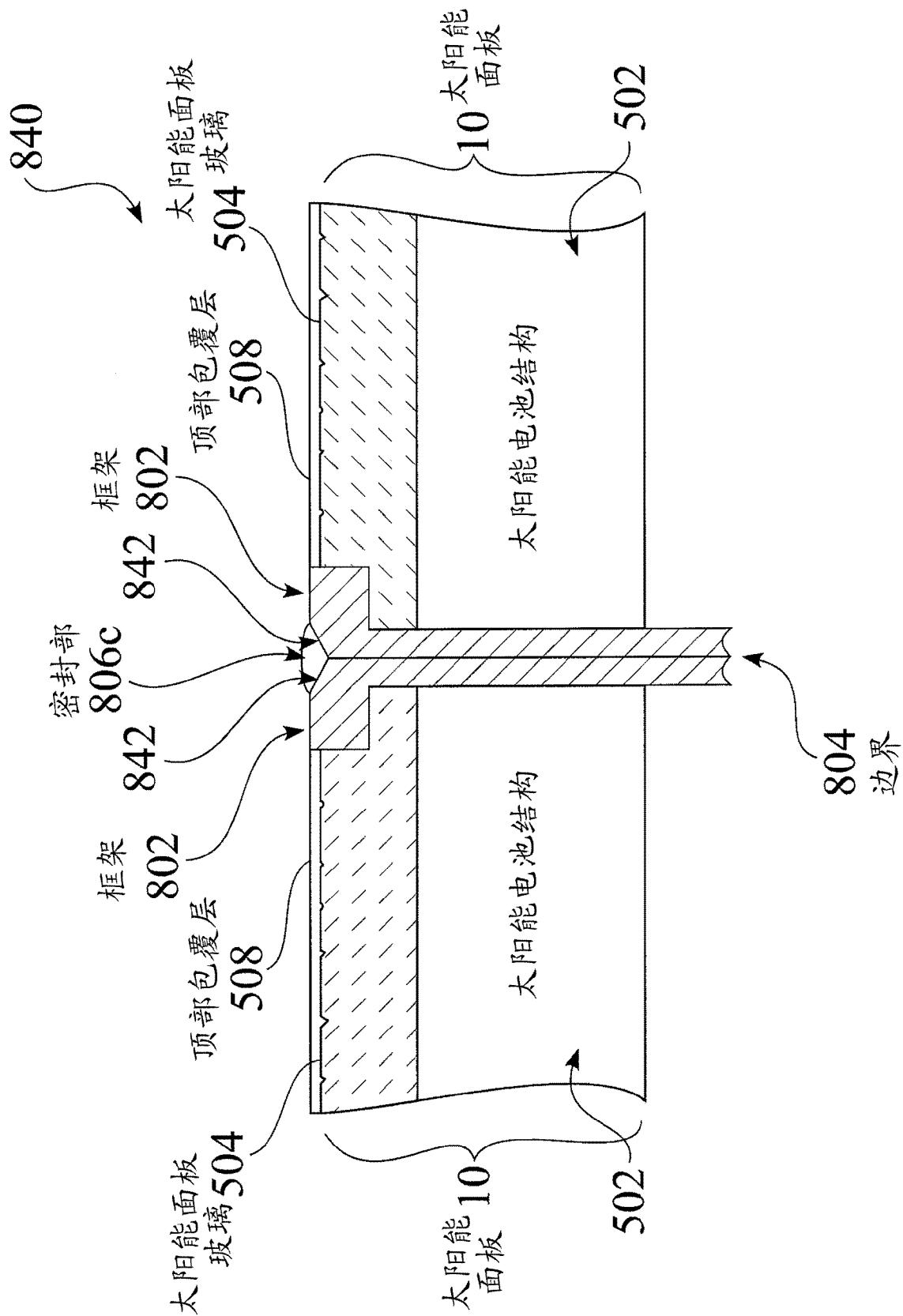


图 42

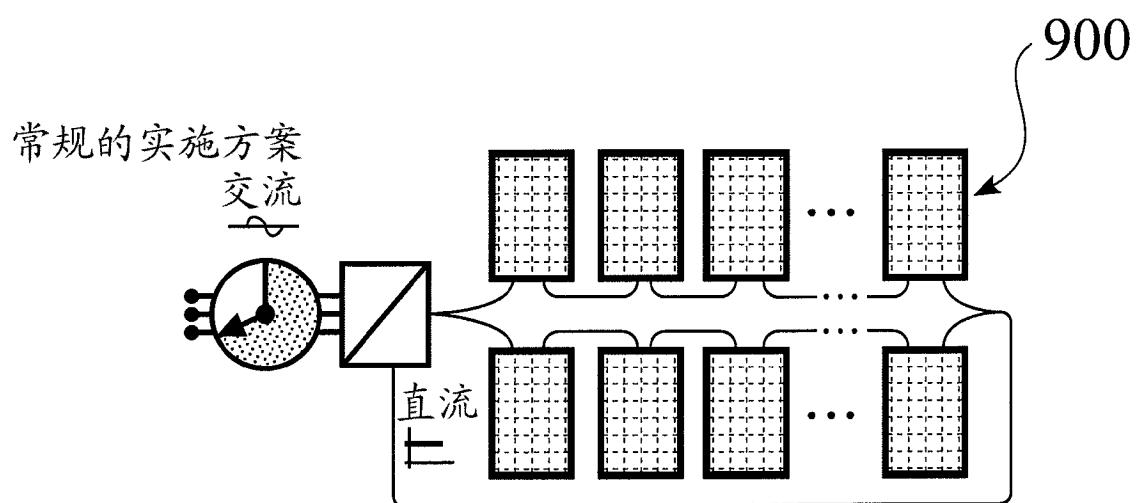


图 43

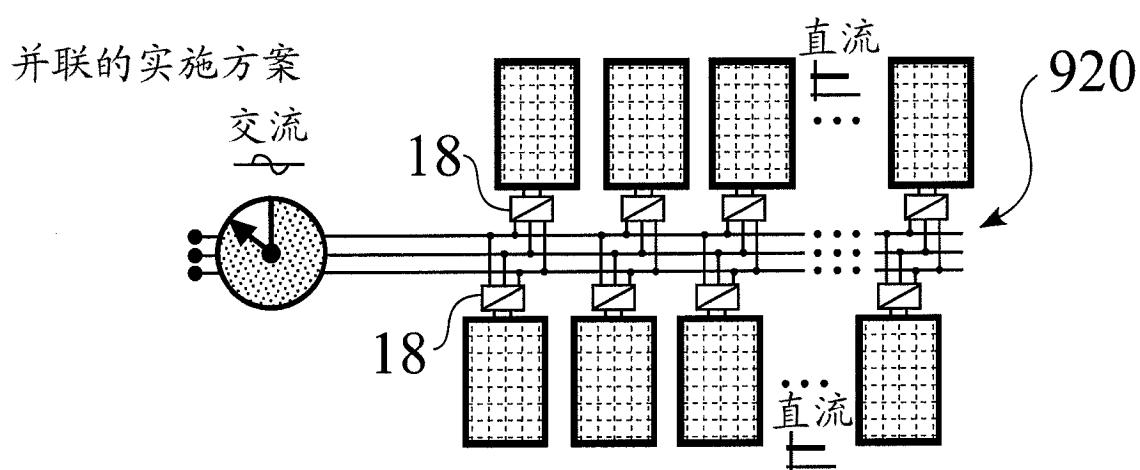


图 44

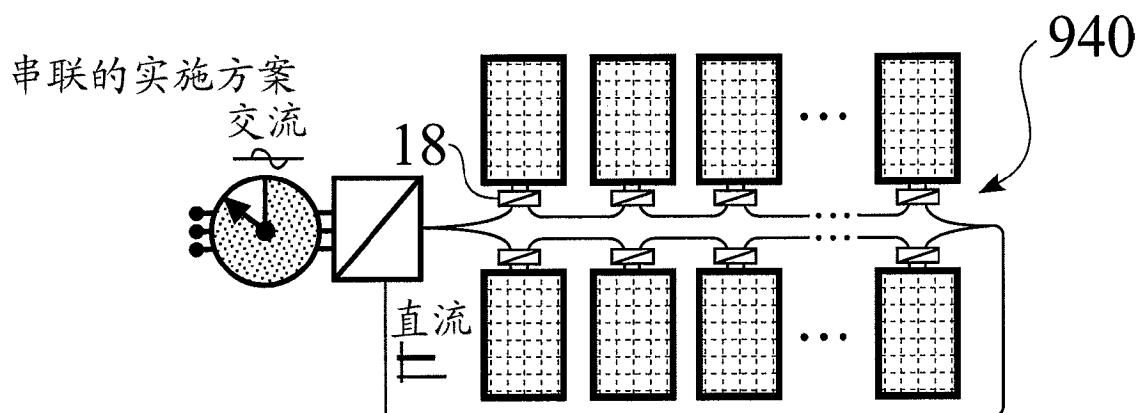


图 45